DIE NATURWISSENSCHAFTEN

18. Jahrgang | 12. September 1930 | Heft 37

Über das Zusammenwirken von zwei Energieanteilen in einem Elementarvorgang.

Von O. OLDENBERG, Göttingen.

Im folgenden soll eine Reihe bekannter Elementarvorgänge in ein System eingeordnet werden. Dieses System führt dazu, das Auftreten anderer, noch nicht beobachteter Elementarvorgänge zu vermuten. Unser Weg wird sein, daß wir einen Spezialfall zu verallgemeinern suchen.

Die Anregung eines Atoms geschieht am einfachsten durch Stoß oder durch Strahlung. Quecksilberatome werden z. B. durch Elektronenstoß von 4,9 Volt oder durch Einstrahlung der gleichwertigen Wellenlänge 2537 ÅE. angeregt. Kann ein Atom in *einem* Elementarvorgang durch das Zusammenwirken von Stoß und Strahlung angeregt werden? Im Versuch ist wohl die Beantwortung der umgekehrten Frage aussichtsreicher: Kann ein Atom seine Anregungsenergie in *einem* Elementarvorgang in Strahlung und kinetische Energie aufteilen? Gibt es diese Möglichkeit, so sollten z. B. angeregte Quecksilberatome bei Zusatz von einer Atmosphäre Helium, d. h. wenn während der Lebensdauer des angeregten Zustandes Gelegenheit zu zahlreichen Zusammenstößen gegeben ist, kontinuierliche Spektren ausstrahlen, die an die Spektrallinien nach *langen Wellen* anschließen. Mit dem gleichen Recht können derartige Kontinua auch auf der *kurzwelligen* Seite der Linien erwartet werden. Denn falls das stoßende He-Atom einen kleinen Teil der Anregungsenergie in Form von kinetischer Energie *aufnehmen* kann und so das ausgestrahlte Lichtquant *verkleinern*, so sollte es vermutlich auch imstande sein, seine kinetische Energie der Wärmebewegung zur Anregungsenergie *hinzuzufügen* und so das ausgestrahlte Lichtquantum zu *vergrößern*. In der Quecksilberfluorescenz mit einer Atmosphäre He-Zusatz wurden in der Tat kontinuierliche Spektren beobachtet, die wohl durch ein solches Zusammenwirken von Stoß und Strahlung zu deuten sind[1].

Auf die prinzipielle Möglichkeit solcher Vorgänge ist früher schon durch BORN und FRANCK hingewiesen[1].

Was sind sonst für Elementarvorgänge bekannt, in denen ein Energievorrat aufspaltet in zwei Anteile? Gleichwertig hiermit ist nach dem Prinzip der Umkehrbarkeit aller Elementarvorgänge die Frage: in welchen bekannten Elementarvorgängen fügen sich zwei Energieanteile zu einem Energieganzen zusammen?

Im folgenden seien alle möglichen Vorgänge dieser Art zunächst rein formal in einem vollständigen System zusammengestellt. Der nächste Schritt wird sein, zu jeder formalen Energiegleichung die entsprechende Beobachtung aufzusuchen. Wir unterscheiden zur Vereinfachung lediglich Anregungsenergie A, Strahlung S und kinetische Energie K. Wir verzichten auf die feinere Unterscheidung von Elektronenenergie, Kernschwingungsenergie, Rotationsenergie, chemischer Energie, Ionisationsenergie und Ablösungsenergie der Elektronen von Metallen, die wir sämtlich mit unter Anregungsenergie rechnen.

Tabelle.

Erste Gruppe.	Zweite Gruppe.	Dritte Gruppe.
$A + K \rightleftarrows S$	$S \rightleftarrows A + S$	$S \rightleftarrows K + S$
$S + K \rightleftarrows A$	$S \rightleftarrows A + A$	$S \rightleftarrows K + K$
$A + S \rightleftarrows K$	$A \rightleftarrows A + S$	$K \rightleftarrows K + S$
	$A \rightleftarrows S + S$	$K \rightleftarrows S + S$

Vierte Gruppe.	Fünfte Gruppe.
$K \rightleftarrows A + K$	$K \rightleftarrows K + K$
$K \rightleftarrows A + A$	$A \rightleftarrows A + A$
$A \rightleftarrows A + K$	$S \rightleftarrows S + S$
$A \rightleftarrows K + K$	

Die erste Gruppe des Schemas enthält die Vorgänge, bei denen alle drei Energiearten A, S und K auftreten. In der zweiten Gruppe tritt keine kinetische Energie auf; diese Gruppe enthält also alle möglichen Fälle des Zusammenwirkens

[1] O. OLDENBERG, Z. Physik **51**, 605 (1928). Dort ist näher erörtert, wieweit die hier herangezogenen Vorgänge durch den Versuch nachgewiesen sind. Das Bedenken ist erhoben, daß dies Zusammenwirken von Stoß und Strahlung derselbe Vorgang ist, wie die LORENTZsche Stoßverbreiterung von Spektrallinien [S. MROZOWSKI, Z. Physik **62**, 320 (1930) und E.A. NEUMANN, Z. Physik **62**, 388 (1930)]. Ein Unterschied zwischen diesen beiden Vorgängen liegt wohl in folgendem: Für die LORENTZsche Stoßverbreiterung kommt es darauf an, daß die klassisch verständliche Aussendung eines Wellenzuges gestört wird. Dies geschieht, wenn das Atom während des Strahlungsvorganges durch Stoß aus seiner Lage gebracht, also gradlinig beschleunigt oder gedreht wird. Hierbei genügt die Annahme, daß das störende Atom nur nach den Stoßgesetzen *mechanische* Energie auf das strahlende Atom überträgt. Im Zusammenwirken von Stoß und Strahlung wird dagegen Stoßenergie durch einen klassisch nicht verständlichen Vorgang teilweise in *Strahlungsenergie* überführt. Auch in der Beobachtung sind die Vorgänge unterschieden: einerseits die symmetrische LORENTZsche Stoßverbreiterung, die sich über Bruchteile von Å.-E. zu erstrecken pflegt, und andererseits die in der genannten Arbeit beschriebenen Kontinua, im allgemeinen unsymmetrisch, in dem Beispiel über 60 Å.-E. reichend. Vgl. auch R. MINKOWSKI, Z. Physik **55**, 16 (1929) und B. TRUMPY, Z. Physik **53**, 57 (1929).

[1] M. BORN u. J. FRANCK, Z. Physik **31**, 411 (1925).

von A und S. Ganz entsprechend ist in der dritten Gruppe keine Anregungsenergie vertreten und in der vierten Gruppe keine Strahlungsenergie. Die letzte Gruppe enthält schließlich die Fälle des Zusammenwirkens von drei Energieanteilen gleicher Art.

Welche Vorgänge dieses Schema entsprechen beobachteten Erscheinungen? Hierbei ist es belanglos, welcher Pfeilrichtung des Schemas der beobachtete Vorgang entspricht, ob der Aufteilung oder dem Zusammenfügen von Energie.

Erste Gruppe: $A + K \rightleftarrows S$ und $S + K \rightleftarrows A$ sind, wie erwähnt, in der Fluorescenzstrahlung des Quecksilberdampfes mit viel Heliumzusatz beobachtet. Für $A + S \rightleftarrows K$ ist kein einfaches Beispiel bekannt[1].

Zweite Gruppe: $S \rightleftarrows A + S$ ist eine schematische Darstellung des Raman-Effektes. Bei diesem wird in *einem* Elementarvorgang das primäre Lichtquantum umgewandelt in Anregungsenergie des streuenden Moleküls und ein sekundäres, schwächeres Lichtquant. $S \rightleftarrows A + A$ kann trivial als Ausstrahlung eines hochangeregten Atoms gedeutet werden, wenn dessen Anregungsenergie etwas willkürlich als Summe zweier Anregungsteile aufgefaßt wird, die auf einmal abgegeben werden. Interessanter ist die Frage, ob zwei angeregte Atome beim Zusammenstoß ihre Energien zu einem einzigen, großen Lichtquant zusammenfügen können. Darüber ist nichts bekannt. $A \rightleftarrows A + S$ wird trivial durch den Ausstrahlungsvorgang zwischen zwei hochgelegenen Termen eines Atoms dargestellt. $A \rightleftarrows S + S$: Daß ein Atom seine Anregungsenergie in zwei schwache Lichtquanten aufteilen kann, ist nicht beobachtet, wohl auch schwer feststellbar, da das entsprechende kontinuierliche Spektrum äußerst lichtschwach wäre. (Hierher gehört nicht die Ausstrahlung eines hoch angeregten Atoms in zwei Stufen, z. B. die sukzessive Ausstrahlung der Linien 4358 und 2537 durch ein hoch angeregtes Hg-Atom. Denn das wären zwei gesonderte Elementarvorgänge. Uns interessiert stattdessen, ob z. B. das Hg-Atom im niedrigsten strahlungsfähigen Zustand $2\,^3P_1$ an Stelle der Resonanzlinie 2537 zwei schwächere Lichtquanten auf einmal ausstrahlen kann, ob also ein kontinuierliches Spektrum des ungestörten Atoms existiert, das an die Resonanzlinie nach langen Wellen anschließt.) Ebensowenig ist der umgekehrte Vorgang bekannt, ob z. B. das Hg-Atom durch intensivstes Sonnenlicht, dessen Frequenzen durchweg niedriger sind als die Resonanzfrequenz des Atoms, zur Fluorescenz angeregt werden kann. Theoretisch leitete kürzlich M. GÖPPERT[2] eine gewisse, geringe Übergangswahrscheinlichkeit für solche Vorgänge aus der DIRACschen Dispersionstheorie ab.

Dritte Gruppe: $S \rightleftarrows K + S$ beschreibt den Compton-Effekt, die Streuung eines Lichtquantes an freien Elektronen. Hierbei wird ein Teil der primären Lichtenergie in kinetische Energie umgewandelt. $S \rightleftarrows K + K$ bezieht sich wohl auf keinen beobachteten Vorgang; man könnte daran denken, im kontinuierlichen Röntgenspektrum bei größter Elektronendichte ein solches Zusammenwirken zweier Elektronen in der schwachen Emission höhererFrequenzen zu suchen. $K \rightleftarrows K + S$ wird im kontinuierlichen Röntgensprektrum beobachtet. Zu seiner Deutung wird angenommen, daß das aufprallende Elektron einen Teil seiner kinetischen Energie in „Bremsstrahlung" umsetzt. $K \rightleftarrows S + S$: können zwei Lichtquanten etwa im lichtelektrischen Effekt zusammenwirken (wobei wir die Loslösungsarbeit neben der dem Elektron erteilten kinetischen Energie vernachlässigen)? Es mag nicht ganz aussichtslos sein, mit einer intensiven Lichtquelle nach einem solchen Effekt zu suchen. Hierbei sollte Licht wirksam sein, langwelliger als die Grenzwellenlänge des benutzten Metalls. Wegen des Zusammenwirkens zweier Lichtquanten sollte der Effekt proportional dem Quadrat der Lichtintensität sein und dadurch sicher unterscheidbar vom gewöhnlichen lichtelektrischen Effekt.

Vierte Gruppe: $K \rightleftarrows A + K$ tritt bei Anregung durch Elektronenstoß ein, wenn das Elektron nach dem Stoß einen Energieüberschuß zurückbehält. $K \rightleftarrows A + A$ dürfte schwer nachweisbar sein (z. B. gleichzeitige thermische Anregung von zwei Natriumatomen in *einem* Stoß). $A \rightleftarrows A + K$ stellt die von CARIO und FRANCK[1] entdeckte „sensibilisierte Fluorescenz" dar. Hierbei überträgt z. B. das angeregte Quecksilberatom im Zusammenstoß die Anregungsenergie auf ein Thalliumatom; der Energieüberschuß verwandelt sich in kinetische Energie. $A \rightleftarrows K + K$ beschreibt die Auslöschung von Fluorescenz durch Stöße zweiter Art; hierbei verteilt sich die Anregungsenergie nach Energie- und Impulssatz auf die Partner.

Fünfte Gruppe: $K \rightleftarrows K + K$ ist einer der häufigsten Vorgänge in gaskinetischen Zusammenstößen. $A \rightleftarrows A + A$ sollte als Aufteilung von Anregungsenergie auf zwei zusammenstoßende Atome bei Stößen zweiter Art vorkommen. $S \rightleftarrows S + S$ beschreibt ein Zusammenwirken von Lichtquanten ohne Mitwirkung von Materie, das nie beobachtet ist, das außerdem mit den MAXWELLschen Gleichungen nicht verträglich ist; denn aus dem linearen Bau dieser Gleichungen folgt das Superpositionsprinzip, d. h. die ungestörte Überlagerung von Licht. ROSENFELD und WITMER[2] untersuchten den Einfluß, den dieser Elementarvorgang, falls er trotzdem mit geringer Wahrscheinlichkeit vor-

[1] Es mag sein, daß solche Vorgänge im kontinuierlichem Röntgenspektrum eine, wenn auch geringe, Rolle spielen.

[2] MARIA GÖPPERT, Naturwiss. **17**, 932 (1929). Auf die Möglichkeit dieses Vorganges wurde auf Grund seiner Analogie mit dem Raman-Effekt hingewiesen. [O. OLDENBERG, Z. Physik **51**, 611 (1928)].

[1] G. CARIO und J. FRANCK, Z. Physik **17**, 202 (1923).

[2] L. ROSENFELD u. E. E. WITMER, Z. Physik **47**, 517 (1928).

kommen sollte, auf das Strahlungsgleichgewicht hätte.

Der wesentliche Schluß ist, daß diese Zusammenstellung den Anspruch erhebt, vollständig zu sein, vollständig allerdings nur in einem beschränkten Sinn. Zwar sollten alle Elementarvorgänge, bei denen zwei Anteile sich zu einem Ganzen zusammenfügen, in dies Schema einzuordnen sein. Jedoch kann dieselbe Gleichung sehr wohl zwei recht verschiedene Elementarvorgänge darstellen. Dies rührt vor allem daher, daß unter den Begriff „Anregungsenergie" sehr verschiedene Arten von Energie zusammengefaßt sind. Zum Beispiel die erste Gleichung $A + K \rightleftarrows S$, die zunächst zur Beobachtung eines kontinuierlichen Spektrums neben der Hg-Resonanzlinie geführt hat, läßt sich mit dem gleichen Recht als Darstellung des lichtelektrischen Effektes deuten: Strahlung bewirkt Ablösung und Beschleunigung eines Elektrons. Auch der innere lichtelektrische Effekt von γ-Strahlen kann als Beispiel herangezogen werden[1]. Schließlich ist auch die gewöhnliche Lichtabsorption durch Atome streng genommen durch die Beziehung $S \rightarrow A + K$ darzustellen, da das absorbierte Lichtquant nach EINSTEIN notwendig Impuls auf das absorbierende Atom überträgt. Die „Vollständigkeit" dieses Schemas ist deshalb nicht so gemeint, daß keine weiteren Vorgänge möglich sind, als die hier beschriebenen.

Eine wesentliche Vernachlässigung liegt in manchen Beispielen darin, daß der beobachtete Vorgang streng genommen durch vier Glieder dargestellt werden sollte, von denen eins einigermaßen willkürlich unterdrückt ist, z. B. eine kleine Austrittsarbeit neben einer großen kinetischen Energie. Diese Vernachlässigung erscheint unentbehrlich. Denn die Vervollständigung des Schemas auf vier Glieder würde das Ganze allzu unübersichtlich machen. Nur im Sonderfall der kinetischen Energie ist es bedeutungslos, ob ein oder zwei Anteile hingeschrieben werden, da der eine Anteil durch Wahl des Koordinatensystems zum Verschwinden gebracht werden kann; z. B. kann jeder gaskinetische Zusammenstoß ebensowohl durch $K_1 \rightarrow K_2 + K_3$ beschrieben werden wie durch $K_1 + K_2 \rightarrow K_3 + K_4$.

In manchen Fällen ist es zweifelhaft, wodurch der Elementarvorgang definiert ist. Gewiß ist die sukzessive Ausstrahlung zweier Linien als Aufeinanderfolge getrennter Vorgänge aufzufassen. Andererseits ist die kontinuierliche Lichtabsorption des Chlormoleküls ein Beispiel für einen zweifelhaften Fall: Licht zerlegt das Molekül in Atome, die mit kinetischer *Energie* auseinanderfahren. Wie FRANCK hervorhebt, stellt jedoch die Lichtabsorption zunächst einen angeregten Zustand her mit einem hohen Betrag an *potentieller* Energie, die sich unmittelbar anschließend in Dissoziation und kinetische Energie umsetzt. Da dieser Umsatz nicht durch eine statistisch bestimmte Lebensdauer vom Anregungsvorgang getrennt ist, möchten wir ihn nicht als gesonderten Elementarvorgang beschreiben.

Auffallend ist, daß die verschiedenen Energiearten mit sehr verschiedener Vorliebe aufzutreten scheinen. Daß z. B. kinetische Energie aus irgendeinem kleinen Energieüberschuß entsteht, ist häufig.

Innerhalb welchen Energiebereiches stellt die einzelne Gleichung des Schemas einen beobachtbaren Vorgang dar? Wie verschieden die Antwort für verschiedene Vorgänge ist, sei an Beispielen gezeigt. In der Anregung von Atomen durch Elektronenstoß, $K_1 \rightarrow A + K_2$, kann der unbenutzte Energieüberschuß K_2 jeden beliebigen Wert haben bis herab zu Null. Allerdings nimmt für verschwindenden Wert von K_2 die Übergangswahrscheinlichkeit zu Null ab[1]. Im Compton-Effekt, $S_1 \rightarrow K + S_2$, kann dagegen die sekundäre Strahlung S_2 keineswegs beliebig kleine Werte annehmen; vielmehr hat ihre Energie einen beträchtlich hohen Mindestwert[2]. Im Zusammenwirken von Anregungsenergie und kinetischer Energie zur Strahlung ($A + K \rightarrow S$, erster Vorgang des Schemas) kann die kinetische Energie, wie die beobachtete Intensitätsverteilung des kontinuierlichen Spektrums zeigt, recht wahrscheinlich beliebig kleine Werte annehmen. Das gleiche gilt für den lichtelektrischen Effekt, der durch dieselbe Energiegleichung beschrieben wird. Nach Stetigkeit sollte man danach vermuten, daß diese kinetische Energie auch mit entgegengesetztem Vorzeichen auftreten kann, daß also auch $S + K \rightarrow A$ ein in der Natur vorkommender Vorgang ist, dargestellt z. B. durch den langwelligen Zweig des Kontinuums[3]. In diesem Beispiel ist also aller Wahrscheinlichkeit nach das Vorzeichen *eines einzelnen Energieanteiles* umkehrbar, nämlich der kinetischen Energie, und nicht nur, wie es das Prinzip der Umkehrbarkeit aller Elementarvorgänge verlangt, das Vorzeichen aller Energieanteile auf einmal. Jedoch ist dies gewiß keine allgemeine Gesetzmäßigkeit. Denn auch für das entgegengesetzte Verhalten läßt sich ein Beispiel finden; und zwar führt für den Compton-Effekt ($S_1 \rightarrow K + S_2$) die entsprechende *teilweise* Umkehrung ($S_1 + S_2 \rightarrow K$) zu einem Vorgange, für den die Anwendung von Energie- und Impulssatz, wie sich leicht zeigen läßt, zu unlösbaren Gleichungen führt, der also nicht vorkommen kann.

Das Ergebnis ist, daß die schematische Übersicht über eine große Anzahl bekannter Elementarvorgänge zur Vermutung weiterer Vorgänge führt, die bisher nocht nicht alle beobachtet sind.

[1] L. MEITNER, Handbuch der Physik **22**, 130.

[1] O. KLEIN u. S. ROSSELAND, Z. Physik **4**, 49 (1921).

[2] P. DEBYE, Physik. Z. **24**, 163 (1923).

[3] Unmittelbar aus den Versuchen ist diese Deutung des langwelligen Zweiges wie erörtert [Z. Physik **51**, 609 (1928)] nicht sicher beweisbar.

Das Vorkommen des Jods in der Natur.

Von W. ROMAN, Berlin.

Über das Vorkommen des Jods in der Natur ist im Hinblick auf die Kropffrage in den letzten Jahren so viel gearbeitet worden, daß es angebracht erscheint, den augenblicklichen Stand unseres Wissens unter einem einheitlichen Gesichtspunkt einmal kurz darzustellen.

Der Gesamtjodgehalt der Erde wurde von W. ACKROYD auf $5{,}83 \cdot 10^{-8}\%$ der Erdmasse geschätzt und verteilt sich nach V. M. GOLDSCHMIDT, TH. v. FELLENBERG und G. LUNDE auf alle vier der von GOLDSCHMIDT angenommenen Erdphasen. Jedoch hat das Jod wohl in erster Linie atmo- und lithophilen Charakter. Die Lithosphäre, Hydrosphäre und die darüber stehende Atmosphäre enthalten zusammen 10^{14}—10^{15} t Jod nach einer Schätzung von W. VERNADSKY. Diese verhältnismäßig große Menge ist jedoch nicht, wie dies bei manchen anderen Elementen der Fall ist, an einer oder mehreren Stellen der Erdoberfläche aufgespeichert. Eigentliche Jodlagerstätten gibt es nicht. Das Jod ist vielmehr über die ganze Erdoberfläche verteilt und findet sich fast überall, wenn auch vielfach nur in Spuren. Es finden sich zwar eine ganze Anzahl ausgesprochener Jodmineralien: Jodyrit (AgJ), Jodobromit ($2\,AgClBr + AgJ$) Jodembolit (AgClBrJ), Miersit ($4\,AgJ \cdot CuJ$), Cuprojodargyrit ($AgJ \cdot CuJ$), Marshit (CuJ), Coccinit (HgJ_2), Lautarit ($CaJO_3$) und Dietzeitit ($7\,Ca\,[JO_2]_2 \cdot 8\,CaCrO_4$). Alle diese Jodmineralien sind jedoch mit Ausnahme des Marshits recht selten, und auch der Marshit, der in ziemlicher Menge in den Kupferminen von Neu-Südwales vorkommt, findet sich dort nicht als kompakte Masse, sondern in Mischkrystallen über die ganze Lagerstätte der oxydischen Kupfererze verteilt, so daß sich zwischen Cuprit und Malachit einerseits, und Marshit andererseits verschiedene Zwischenformen herausgebildet haben.

Das Vorkommen des Jods ist also nicht an geochemische Gesetze gebunden, die für die Anreicherung eines Jodminerals an bestimmten Stellen der Erdoberfläche gültig wären, wie ja auch schon seine Verteilung auf alle vier Erdphasen zeigt. Da diese Jodverbindungen fast mit keinem anderen Salz isomorphe Mischungen eingehen, verblieb der größte Teil derselben beim Auskrystallisieren der Verbindungen der Sulfit- und Silikatphase in den Mutterlaugen und wurde aus diesen durch Silikate, sei es auf adsorptivem Wege, sei es als Mutterlaugeneinschlüsse, gebunden. Der Rest, bei welchem es sich im wesentlichen wohl um die leicht löslichen Alkalijodide handelt, ging, ebenso wie die anderen Alkalihalogenide in die Hydrosphäre. Das Jod verteilt sich also in der Lithosphäre ziemlich gleichmäßig auf alle Gesteine, so daß die feste Erdkruste im Durchschnitt mehr Jod enthält als die Hydrosphäre, in welcher es sich ja auch nur im Meerwasser in größerer Menge findet, während die Süßwässer sehr jodarm sind. Demnach ist die alte Theorie, daß sich Jod in erheblicher Menge nur im Meerwasser fände und aus diesem von den Meeresorganismen aufgenommen und auf diese Weise auf das Land gebracht bzw. in dem Sedimentgestein angereichert worden wäre, in dieser Form sicher nicht richtig. Andererseits ist aber auffällig, daß alle aus organischen Resten entstandenen Ablagerungen sehr jodreich sind. Dieses gilt nicht nur für die Kohlen und den Torf, sondern wurde von TH. v. FELLENBERG u. a. auch für Petrefakten führende Gesteinsschichten gezeigt, die sich jodreicher als das benachbarte petrefaktenfreie Gestein erwiesen. Ähnliche Beobachtungen machten E. WILKE-DÖRFURT u. a., besonders auch bei den organogenen Phosphaten. Diese organogenen Phosphate, wie besonders Guano, aber auch die bereits vollkommen mineralisierten Phosphatlager in Süd-Frankreich, der Staffelit in Nassau, oder die algerischen Phosphatlager sind unverhältnismäßig jodreicher als die Phosphatlager nachweislich mineralischen Ursprungs, deren Jodgehalt nicht über den anderer Gesteine hinausgeht. Auch auf experimentellem Wege konnte E. WILKE-DÖRFURT keine so jodreichen Apatite erzielen, wie diese organogenen Phosphate darstellen. Ebenso dürfte das größte mineralische Vorkommen des Jods in den Salpeterlagern Chiles, welche im Durchschnitt 1—2 g Jod pro Kilo als Natriumjodat und Natriumjodid enthalten, vielleicht organischen Ursprungs sein. Wenn auch die Meinungen hierüber noch geteilt sind, so ist doch die Wahrscheinlichkeit, daß diese Salpeterlager aus Überresten von Lebewesen entstanden seien, sehr groß. Im Gegensatz hierzu haben sich die großen Steinsalzlager, die ja reine Meersalzablagerungen sind, als fast jodfrei erwiesen, obwohl man glauben könnte, und auch ursprünglich angenommen hat, daß das Jod ebenso wie die beiden anderen Halogene, Chlor und Brom, in diesen in großer Menge vorkommen müßte.

Man könnte dann mit STOKLASA das Jod geradezu als einen Indicator für die Entstehung mancher sich in der Natur findenden Stoffe aus organischem Material ansehen und wäre geneigt zu sagen, das Jod nehme im Erdhaushalt eine ähnliche Stellung ein wie der Kohlenstoff, dessen Fundorte ja auch meist den mehr oder minder mineralisierten Überresten von Lebewesen ihren Ursprung verdanken. So sind auch die großen Erdöllager, jedenfalls im russischen und im javanischen Petroleumgebiet, außerordentlich jodreich, wie auch die mit den Ölquellen aus der Erde kommenden Wässer zeigen, die einen hohen Jodgehalt aufweisen. Der Jodgehalt ist also auch hier eine Stütze für diejenige Theorie, die einen organogenen Ursprung dieser Erdöllager annimmt.

Wenn aber die fossilen Überreste so jodreich sind, so müssen es auch die lebenden Organismen sein, und dieses ist tatsächlich der Fall. Findet sich

doch ein sehr hoher Prozentgehalt des Jods der Erde in der Biosphäre. Am jodreichsten sind naturgemäß die Meeresorganismen, und unter diesen vor allem die Algen und Schwämme. So vermögen besonders die Algen aus den Familien der Laminariaceen und Fucaceen das Jod aus dem Meerwasser in sehr erheblichen Mengen aufzunehmen und in ihren Zellen zu speichern. Worin dieses große Speicherungsvermögen der Algen und noch einiger anderer Meerespflanzen und -tiere seinen Grund hat, ist bisher nicht bekannt. Es ist überhaupt noch eine offene Streitfrage, ob jede lebende Zelle Jod braucht, wenn auch die Behauptung von J. JUSTUS, daß jeder Zellkern Jod enthalte, von H. MOLISCH widerlegt wurde. Der *tierische* Organismus braucht jedenfalls Jod. Über die Nützlichkeit oder Notwendigkeit des Jods für die Pflanzen sind, ebenso wie über seine Bedeutung für den tierischen Organismus, in letzter Zeit außerordentlich zahlreiche Arbeiten ausgeführt worden, so daß diese Fragen noch einer gesonderten ausführlichen Erörterung vorbehalten bleiben sollen.

Die Algen enthalten bis zu 90 g Jod pro kg Trockensubstanz, während im Meerwasser selbst nur etwa 0,0002% Jod vorhanden sind, und auch diese geringe Menge findet sich wohl nur im freien Ozean, der bisher allerdings nur einmal von A. GAUTIER untersucht wurde, während das öfter untersuchte Küstenwasser etwa den hundertsten Teil davon enthält.

Bei diesem hohen Jodgehalt der Algen ist es nicht verwunderlich, daß in dem aus ihnen zur Sodagewinnung hergestellten Kelp das Jod im Jahre 1813 von B. COURTOIS entdeckt wurde. Bei den seinerzeit noch unvollkommenen Methoden fand man das Jod naturgemäß zunächst auch nur dort, wo es sehr stark angereichert war, also in erster Linie in den Meerespflanzen und -tieren, von denen die Schwämme, mit bis zu 14 g Jod pro Kilo Trockensubstanz, bei weitem die jodreichsten sind. So ist diese alte Theorie vom ausschließlichen Vorkommen des Jods im Meer und seinen Bewohnern, vom damaligen Standpunkt aus durchaus verständlich, aber, wie wir gesehen haben, in dieser Form nicht richtig, wenn auch die Tatsache bestehen bleibt, daß die Meeresorganismen bei weitem jodreicher sind als Süßwasser- oder gar Landorganismen. Daß auch Süßwasserpflanzen und -tiere mehr Jod enthalten als solche auf dem Lande lebende, beruht wahrscheinlich darauf, daß das im Wasser gelöste Jod für die Lebewesen leichter assimilierbar ist als das fest in den Gesteinen gebundene, wenn auch der Jodgehalt des Süßwassers selbst außerordentlich gering ist — er beträgt in Flüssen und Seen im allgemeinen höchstens bis zu 10 γ Jod/l[1] — so wird doch den Wasserpflanzen, wenigstens im fließenden Wasser, dauernd frisches Jod zugeführt, wie schon seinerzeit A. CHATIN annahm. Da sie ja fast ihre gesamte Nahrung aus dem Wasser entnehmen, erhalten sie auf diese Weise natürlich viel mehr Jod als die Landbewohner, welche erheblich geringere Mengen Wasser zu sich nehmen und zur Deckung ihres Jodbedarfes daher auf andere Quellen angewiesen sind.

Das gewöhnliche Trinkwasser, das ja auch zum größten Teil aus Seen oder Flüssen stammt, enthält selbstverständlich nicht mehr Jod als diese selbst. Ebenso ist das Brunnenwasser im allgemeinen nicht jodreicher, es sei denn, daß es sich um besondere Mineralquellen handelt. Diese scheinen da besonders viel Jod zu enthalten, wo sie durch vulkanische Gase gespeist werden, wie bei den Mofettengasquellen von Schuls-Tarasp im Engadin, oder wo sie durch Auslaugung jodhaltiger natürlicher Lager entstehen, wie im russischen und javanischen Petroleumgebiet.

Außer Mineralwässern, die ihren Ursprung in Ölfeldern haben oder Erdgase gelöst enthalten, gibt es jedoch auf der ganzen Erdoberfläche verstreut viele Mineralquellen mit teilweise ziemlich hohem Jodgehalt. Auffälligerweise auch in Gebieten, deren Süßwasser einen besonders niedrigen Jodgehalt aufweisen, wie in den Alpen und in den Anden in Süd-Amerika. In diesen Gebieten ist das Jod in den Gesteinen höchstwahrscheinlich nicht in Form leichtlöslicher Jodide oder anderer, Jod an das reine Wasser abgebender Stoffe vorhanden. Der Jodgehalt der Mineralquellen in solchen Gegenden erklärt sich wohl daraus, daß diese Quellen noch irgendein Agens enthalten, welches das Jod aus seiner festen Bindung im Gestein herauslöst. Bei den jodhaltigen Mineralquellen der Alpen jedenfalls handelt es sich fast ausschließlich um Säuerlinge und Schwefelwässer, d. h. um Mineralwässer, die kohlensäure- oder schwefelwasserstoffhaltig sind, so daß also wohl diese beiden schwachen Säuren als die jodlösenden Agenzien anzusehen sind. Noch ein zweites Agens kommt für diese jodlösende Wirkung in Frage. Schon A. CHATIN beobachtete, daß der Jodgehalt der Wässer ihrem Eisengehalt parallel geht. Das Eisen wirkt ja bekanntlich vielfach katalytisch als Sauerstoffüberträger. Seine oxydierende Wirkung auf die Jodide, besonders im Lichte, wurde von L. PINCUSSEN und W. ROMAN gelegentlich beobachtet und ist augenblicklich Gegenstand einer ausführlichen experimentellen Untersuchung. Dementsprechend dürfte sich auch der Jodgehalt der Eisenwässer damit erklären, daß das Eisen auf katalytischem Wege das Jod aus den Gesteinen, durch welche sie fließen, freimacht.

Ähnlich ist der Jodgehalt derjenigen Quellen zu erklären, die der Erde entströmende Gase lösen, bzw. der Jodgehalt dieser Gase selbst, wie auch der Vulkangase, deren Jodgehalt schon A. BUSSY und MATTEUCCI beobachteten. Das wirksame Agens ist in diesem Falle das glutflüssige Magma selbst, dessen Jod freisetzende Wirkung RICARDI auch in Laboratoriumsexperimenten mit Lavatuffen nachwies. Auf diese Weise wird das in den Gesteinen festliegende Jod dem Kreislauf des Jods, der seinerzeit von E. MARCHAND angenommen und von TH. v. FELLENBERG und G. LUNDE näher ausge-

[1] 1 γ = 0,001 mg.

führt und klargelegt ist, wieder zugeführt. Ich möchte hier auf die anschauliche Darstellung TH. V. FELLENBERGS in seinem Buche über „Das Vorkommen, den Kreislauf und den Stoffwechsel des Jods" hinweisen. Danach kommt das Jod zunächst aus den Urgesteinen bzw. den steingewordenen Meeressedimenten durch das Wasser, sei es nun Süß- oder Meerwasser, in die Wasserpflanzen und -tiere, von diesen und dem Wasser in die Landpflanzen und -tiere bzw. den Menschen und aus deren Ausscheidungen wieder in das Wasser zurück. Gleichzeitig verdunstet es aus dem Wasser in die Luft und wird von den Niederschlägen wieder auf das Land zurückgebracht. Aus den Meeresorganismen kommt das Jod bei ihrem Absterben wieder in die Meeressedimente, die hierdurch mit Jod angereichert werden, und damit an den Anfang des Kreisprozesses zurück. In diesen Kreisprozeß ist die gesamte Erdoberfläche eingeschaltet, ein Teil derselben mehr, ein Teil weniger.

Wenn nun aber das Jod infolge dieses Kreisprozesses gleichmäßig auf der ganzen Erdoberfläche verteilt ist, wie kommt es dann zu den sog. „jodarmen" Gebieten, die sich für den Menschen in unangenehmer Weise durch das Vorkommen der Kropfkrankheit fühlbar machen? Wir wollen es im Augenblick dahingestellt sein lassen, ob wirklich der Jodmangel, wie heute meist angenommen wird, die ausschließliche Ursache der Kropfkrankheit ist; auf jeden Fall ist er eine der wichtigsten, und wir werden später auf diese Frage noch eingehender zurückkommen. CHATIN hatte seinerzeit die Behauptung aufgestellt, daß Küstengebiete besonders jodreich seien und in diesen daher die Kropfkrankheit nicht vorkäme, und daß mit zunehmender Entfernung von der Küste der Kropf unter der Bevölkerung zu- und der Jodgehalt der Gewässer und der Luft abnähme. Heute wissen wir, insbesondere durch die Untersuchungen von TH. V. FELLENBERG u. a., daß die Theorie von CHATIN, wenn auch nicht in all ihren Einzelheiten, so doch in ihrem Grundgedanken, richtig ist. Von der Tatsache ausgehend, daß es in manchen, sonst kropffreien Gebieten „Inseln" gibt, in denen der Kropf endemisch ist, wurde der Jodgehalt der Gewässer, der Nahrungsmittel und Böden dieser Gebiete systematisch bestimmt, und zwar von zahlreichen Forschern, von denen neben FELLENBERG nur MCCLENDON, SCHARRER, MARINE, LUNDE und STOKLASA genannt seien. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß tatsächlich in diesen Kropfgebieten der Jodgehalt der Trinkwässer, der Luft und zum Teil der pflanzlichen Nahrungsmittel geringer als in den kropffreien Gebieten ist, jedoch der Jodgehalt der Gesteine und Böden im allgemeinen von dem der kropffreien Gebiete nicht wesentlich abweicht.

Wie schon dieser gleichmäßige Jodgehalt der Gesteine und Böden in kropffreien und kropfreichen Gebieten zeigt, ist diese Gegenüberstellung von jodarmen und jodreichen Gebieten in dieser Form falsch. Die vermeintliche Jodarmut dieser Kropfgebiete läßt sich meines Erachtens besser auf eine andere Weise erklären, die der oben gegebenen Erklärung für den Jodgehalt der Mineralwässer entspricht:

Im sog. „jodreichen" Gebiet ist entweder viel locker gebundenes Jod vorhanden, das womöglich aus fossilen Resten stammt und infolge seiner lockeren Bindung durch das Wasser leicht herauslösbar oder herausgelöst ist bzw. wegen seiner leicht löslichen Form für die Pflanzen direkt aus dem Boden assimilierbar ist. Oder das Wasser in diesem Gebiete enthält eines der oben beschriebenen jodlösenden Agenzien bzw. der verwitterte Boden weist Jod freisetzende katalytische Wirkungen auf, wie dies ja auch schon FELLENBERG, SCHARRER und STOKLASA verschiedentlich ausgesprochen haben, nämlich, daß es für die landwirtschaftliche Ausnützung der Böden nicht allein auf ihren absoluten Jodgehalt, sondern auch auf die Form desselben in ihm bzw. auf das katalytische Abspaltungsvermögen der Böden ankomme. Im sog. jodarmen Gebiet liegt das Jod fest, kann nicht in den natürlichen Kreislauf gelangen und somit für die Lebewesen nicht nutzbar gemacht werden, weil es entweder zu fest gebunden ist — da es sich bei diesen Gebieten vielfach auch um Urgestein handelt —, oder weil keine natürlichen Jodherauslöser vorhanden sind.

Literatur:

W. ACKROYD, Chem. News **86**, 188 (1902). — V. M. GOLDSCHMIDT, Videnskapsselkapets Skrifter **1** (1923), Nr 3. — TH. V. FELLENBERG, Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. Sonderausg. aus Erg. Physiol. **25** (München 1926). — G. LUNDE, Nord. med. Tidsskr. **1**, 475 (1929). — W. VERNADSKY, La Géochimie. 12. Aufl. Paris 1924, S. 15. — A. GAUTIER, C. r. Acad. Sci. Paris **129**, 9 (1899). — H. MOLISCH, Mikrochemie der Pflanzen. Jena 1913. S. 78. — A. CHATIN, J. Pharmacie **18**, Ser. 3, 241 (1850). — E. WILKE-DÖRFURT, J. BECK u. G. PLEPP, Z. anorg. u. allg. Chem. **172**, 344 (1928). — A. BUSSY, C. r. Acad. Sci. Paris **30**, 537 (1850). — MATTEUCCI, C. r. Acad. Sci. Paris **129**, 65 (1899). — RICARDI, Gazz. ital. **16**, 38 (1887). — K. SCHARRER, Chemie und Biochemie des Jods. Stuttgart 1928. — J. STOKLASA, Z. angew. Chem. **40**, 20 (1927). — Weitere Literatur und genauere Zahlen über das Vorkommen des Jods s. GMELINS Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl., unter „Vorkommen" in dem in Kürze erscheinenden Teil „Jod".

Vom Wesen des Amazonas-Urwaldgebietes als eines Landschaftsindividuums.

Von LUDWIG KOEGEL, München.

Die Pflanzendecke eines Landes pflegt dort, woselbst der Mensch, dieser gewaltige und gewalttätige Umformer, noch nicht nennenswert eingegriffen hat, ein äußerst getreuer Abbildner der natürlichen Bedingungen eines Erdraumes zu sein. Zu den charakteristischsten der verschiedenen Aus-

prägungen der Pflanzendecke gehört ohne Zweifel die Formation des tropischen Regenwaldes, ist dieser doch der Ausdruck üppigsten vegetativen Lebens überhaupt. Es bedarf optimaler Bedingungen, um diese Pflanzenformation ins Dasein zu rufen, hohe gleichmäßige Temperatur und intensivste Wasserzufuhr sind unerläßlich; daher finden wir das Phänomen des Tropenurwaldes auch nur unter specifisch äquatorialen Breiten voll entwickelt. Diese lebensstrotzende Pflanzenformation drückt aber in der Folge auch ihrerseits wieder dem von ihr eroberten Erdraum ihren Stempel auf und wird selbst zur Bedingung neuer Folgeerscheinungen. Eine der großartigsten Ausprägungen dieses Vegetationstyps treffen wir bekanntlich in Südamerika an, es ist das gewaltigste Urwaldland der Erde überhaupt, die Hyläa Amazoniens. Wir wollen im folgenden versuchen, dem Wesen dieser Landschaft mit „ausgesprochendster Eigenart" etwas näher zu kommen.

Das Land Amazonien liegt direkt unter dem Äquator, dessen senkrechter Sonnenstand die ungeheure Lichtfülle liefert, deren ein mehrfach übereinander getürmtes grünes Laubdach bedarf, um auch in seinen unteren Stockwerken, durch das mehrfache Filter der oberen Stockwerke hindurch, noch genügende Lichtmengen aufzufangen, so daß die Assimilationstätigkeit der Blätter ordnungsgemäß vor sich gehen kann. Die nötigen Lichtmengen, dies erste Erfordernis üppigster Vegetationsentwicklung, ist also in Amazonien gegeben. Rund 5000000 qkm Landes unterstehen in diesem Äquatorialgebiet der Herrschaft großenteils ununterbrochenen Urwalds, das wäre also ein Waldmeer von reichlich der zehnfachen Größe des Deutschen Reiches. Schon diese Größenausmaße werden unser Staunen erwecken. Es ist nicht nötig, näher darauf einzugehen, daß in Amazonien die erforderliche Temperaturhöhe geboten ist, damit tropischer Baumwuchs gedeihen kann. Es handelt sich hier um eine das ganze Jahr hindurch gleichbleibende Luftwärme, die in ihren Monatsmitteln nur zwischen 27 und 28° C schwankt, die Wärme im Schatten überbietet selten jene eines sehr heißen westeuropäischen Sommertages, sie sinkt nur ausnahmsweise unter 20° C.

Eingehender als mit der Wärmeökonomie Amazoniens werden wir uns mit dem Wasserhaushalte daselbst zu beschäftigen haben, bietet er uns doch weit interessantere Probleme dar. Ich habe vor Jahren, auf außergewöhnlich reiches Literatur- und Kartenmaterial gestützt, die Erscheinungsform dieses größten Urwaldlandes der Erde eingehend zu studieren Gelegenheit gefunden, und es zeigte sich bei dieser Materialauswertung, daß die Niederschlagsverhältnisse in Amazonien im Osten und Westen nicht gleichartig sind. Die Tabellen auf Seite 18–21 meiner Abhandlung über das Urwaldphämonen Amazoniens[1] belegen die Tatsache, daß zwar der amazonische Westen durch unerschöpfliche Regenmengen prädestiniertes Urwaldland ist – der hierzu als Mindestmenge gerne angegebene Betrag von jährlich 2000 mm ist hier durchgehends reichlich gegeben — nicht desgleichen aber der Osten Amazoniens. Die Jahresniederschläge von rund 1600 mm für Manaos, von nur noch 1552 mm für das östlichere Obidos, beweisen genugsam, daß der amazonische Osten kein von Feuchtigkeit ständig triefendes Gebiet genannt werden darf und zahlreiche Schilderungen von Reisenden aus den Savanneninseln dieser Gegend bekräftigen noch die spärlichen exakten Zahlenwerte. Blieb meine Auffassung von Ostamazonien als einem Gebiete, das von Hause aus nicht zu tropischem Urwaldwuchse prädestiniert ist, auch zunächst nicht völlig unwidersprochen, so konnte ich diese Theorie doch bald in einer kleinen Zusatzveröffentlichung[1] neuerdings durch Forschungsergebnisse stützen, worauf mir kein weiterer Widerspruch mehr bekannt wurde. Ist nach allen Erfahrungen der amazonische Osten auch kein völlig ununterbrochenes Urwaldland mehr wie der Westen, eine Tatsache, die eine Kartenskizze von mir schon 1914[2] örtlich festlegte, so ist doch auch im Osten der Urwald noch auf sehr weite Erstreckungen hin unumschränkter Herr des Landes. Insbesondere sind die weitere Umgebung des Amazonas selbst und seiner gewaltigen Zuflüsse bis heute Waldreviere geblieben, und der ursächliche Zusammenhang zwischen Wald und Strom drängt sich daher ganz von selbst dem Beurteiler auf.

Die ungeheueren Wassermassen, welche dieser Riese unter den Strömen der Erde, der Meerstrom, wie ihn die Brasilianer nennen, vom wasserreichen Westen zum Osten hinüberträgt, sie sind es zweifellos, die auch im Osten den Urwaldwuchs ermöglichen, woselbst an und für sich die örtlichen Regenmengen kaum genügen würden. Die waldfördernde Betätigung der Flußwasser im amazonischen Osten stelle ich mir ähnlich den Verhältnissen eines Galleriewaldes im Großen vor, wobei die Grundwasseranreicherung in der Flußnähe das ausschlaggebende Element darstellt. Man wird kaum fehlgehen, wenn man sich dies edaphische, vom Bodenwasser stammende Gunstmoment für die primäre Waldentwicklung in Ufernähe der Wasserläufe Ostamazoniens als Ursache denkt, die zeitlich allmähliche Ausbreitung des Waldes in immer größere Uferfernen aber als sekundär auffaßt. Bei dieser sekundären Waldausbreitung kann dann die Wasserdampfabgabe der im Grundwasser wurzelnden Bäume an die Luft die relative Feuchtigkeit der letzteren erhöhen, wodurch eine belebende Wirkung, auf die nächste Umgebung wenigstens, ausgeübt wird. Man kann sich dieser meiner Auffassung anschließen oder nicht, jedenfalls mag kaum geleugnet werden, daß das Vor-

[1] L. KOEGEL, Das Urwaldphänomen Amazoniens. München 1914.

[1] L. KOEGEL, Zur Frage der Urwaldentwicklung in Amazonien. Geogr. Zeitschr. **1922**.

[2] L. KOEGEL, Die Urwaldgebiete Amazoniens. Petermanns Mittl. **1914**.

handensein eines derartigen „Süßwassermeeres", wie es der Stromriese darstellt, im Osten Amazoniens durch seine Verdunstungsmengen, gerade für ein „klimatisches Kampfgebiet des Waldwuchses" von hervorragender Bedeutung sein muß. Wir haben es also, streng wissenschaftlich gesprochen, mit einer Art von „dissonanter Erscheinung" im Sinne von PASSARGE zu tun, d. h. mit dem Hereinwirken eines ortsfremden Elements in die bodenständige Harmonie geographischer Bedingtheiten eines Landes; das Land „Ostamazonien", das an sich zu trocken wäre für geschlossene Urwaldbedeckung, wird erst durch das Herüberschaffen gewaltiger Wassermassen aus dem Westen dazu befähigt, den feuchtigkeitsliebenden Tropenurwald in so ausgedehntem Maße zu erzeugen. Wie ein gewaltiger Regenfänger stellen sich nämlich die Anden im Westen des südamerikanischen Kontinents den feuchtigkeitstragenden passatischen Luftmassen, die vom Atlantik herüberkommen, entgegen; die Luftmassen müssen mehrere Tausende von Metern aufsteigen, kühlen sich dabei erheblich ab und werden somit zu heftiger Kondensation gezwungen; der Strom mit seinen vielen andinen Zuflüssen ist es nun, der jene andinen Regenmengen nach dem Osten verfrachtet. Der gewaltigste aller Ströme hat somit den größten aller Urwaldkomplexe hervorgebracht, ihm auch dort noch Existenzbedingungen schaffend, woselbst diese durch die örtliche Landesnatur allein nicht mehr gegeben gewesen wären.

Doch nicht nur durch die vertragenen Wassermassen ist der Strom der Schöpfer des Urwaldes geworden, auch das Land selbst, das dem Urwaldwuchse zum Standorte ward, ist zum guten Teil erst durch den Strom geschaffen. Weithin findet man nämlich im amazonischen Tieflande nicht ein einziges Steinchen, alles ist Lockerboden feinen Kornes, wie er sich eben durch die Jahrtausende währende Tätigkeit riesiger bewegter Wassermassen niedersetzt. Um sich von diesem Materialtransporte eine näherungsweise Vorstellung zu verschaffen, sei darauf hingewiesen, daß, durch Messungen belegt, durch die Stromenge bei Obidos Jahr für Jahr im Mittel 618155000 t gelöster und suspendierter Bodenpartikelchen hindurchgleiten, eine riesige Menge von Sinkstoffen, zu deren Verfrachtung täglich etwa 5645 Lastzüge mit je 30 Waggons zu 10 t erforderlich wären. In dieser Weise hat der Strom sich selbst und dem Walde sein Land aufgebaut, ja er ist immer noch daran, besonders zur Zeit der Hochwasserüberschwemmungen, an diesem Lande weiter zu bauen.

Diese jahreszeitlichen Überflutungen haben Landstufen verschiedener Prägung geschaffen, die Namen „Terra firme", „Varzea" und „Igapó" sind dafür im Lande selbst gebräuchlich und wer die verschiedenen Waldbilder dieser drei Geländestufen kennenlernen will, wird sich am besten der kundigen Führung des langjährigen Direktors des Museum, GÖLDI in Pará anschließen, der uns eine treffliche Schilderung des Amazonasurwaldes[1], allerdings in portugiesischer Sprache, hinterlassen hat. HUBER unterscheidet eigentlich nur zwei Hauptwaldtypen, den der „Varzea", d. h. den des jahreszeitlich überschwemmten Waldes und den der „Terra firme", d. h. der Waldgebiete, die von den Überflutungen nicht mehr erreicht werden

Diese beiden Haupttypen unterscheiden sich in ihrem ganzen Gepräge recht wesentlich, im Gesamthabitus nicht minder als in der floristischen Zusammensetzung. Schon die Tatsache der periodischen Überschwemmungen an sich übt direkt und indirekt eine natürliche Selektion aus, manche Arten finden hier überhaupt keine geeigneten Existenzbedingungen. Ich möchte aber aus HUBERS hochinteressanten Darstellungen herauslesen, daß insbesondere ein zeitliches Element für die beiden Waldtypen ausschlaggebend wird. Eigentlich nur im überschwemmungsfreien Lande finden sich wirklich sehr alte Baumindividuen, der Kampf um Raum und Licht ist hier nahezu in vollendeten Gleichgewichtszustand übergeführt, das ganze Vegetationsgepräge macht einen kompakteren Eindruck. Es handelt sich wohl um die Folgeerscheinungen einer langwährenden, verhältnismäßig ungestörten Fortentwicklung unter günstigen Verhältnissen, die sogar zu einer gewissen Angleichung von Blattfarben und Blattformen führte, unbeschadet der gerade auf der Terra firme besonders stark entwickelten Artenverschiedenheit und Raumkonkurrenz. Der Wald der Varzea trägt demgegenüber den Stempel des ruhelos Unvollendeten an sich, meint doch HUBER, daß es die dauernden Verschiebungen des fluviatilen Systems wohl selten zu einer mehr als zwei- bis dreifachen Generationserneuerung des Überschwemmungswaldes kommen lasse. So sind in diesem noch unvollkommenen Waldtyp wirklich alte Individuen recht selten. Dem Typus der Terra firme und Varzea hatte KELLER-LEUZINGER[2] seinerzeit den dritten Typ des „Igapó" gegenübergestellt, indem er darunter die tiefst gelegenen, somit noch am wenigsten durch Ablagerung aufgeschütteten Teile des Überschwemmungslandes verstand, HUBER dagegen will nur allgemein besonders lang unter Wasser stehende, kleinere Geländepartien als Igapó bezeichnet wissen, so z. B. alte Flußschlingen und ähnliches.

Die Unterscheidung zwischen dem Überschwemmungswalde und dem Typ der Terra firme hat uns schon tief hineingeführt in ursächliche Verknüpfungen von Land, Stromregime und Waldwuchs. ULE, der in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts vor allem den Kautschukpflanzen unseres Gebietes nachgeforscht, geht in seinen gehaltreichen Schilderungen[3] außer von den Überschwemmungsverhält-

[1] J. HUBER, Mattas e madeiras Amazonicas. Bol. Mus. Goeldi, Pará 6 (1909).

[2] FR. KELLER-LEUZINGER, Vom Amazonas und Madeira. Stuttgart 1874.

[3] E. ULE, Die Pflanzenformationen des Amazonas-Gebietes. Bot. Jb. f. Syst., Pflanzengesch. u. Pflanzengeogr. 40. Leipzig 1908.

nissen noch von einer anderen räumlichen Unterscheidung aus. Die Vegetation der Flüsse mit weißem und jener mit schwarzem, d. h. sehr humusreichem Wasser, wird auseinander gehalten und in ihrer Verschiedenartigkeit zu erfassen gesucht, wobei der Waldtyp der Schwarzwasserflüsse als minder üppig erkannt wird als derjenige der Weißwasserflüsse.

Der Strom erschien uns also zum ersten als Erzeuger und Lebensspender großer Teile des Urwaldes als eines solchen, er ward uns nun als Baumeister des Landes überhaupt, doch auch als jene Gewalt nähergerückt, die dem Lande und seinem Vegetationskleid ihre Hauptunterscheidungsmerkmale in den einzelnen Teilgebieten zuweist. Der Strom ist aber auch hauptbestimmendes Moment für die Tierwelt jener unermeßlichen Einsamkeiten. Während das Tierleben im lichtarmen Waldinnern selbst nahezu erstorben erscheint, lebt es in der Nähe der Licht und Feuchtigkeit spendenden Flußränder gewaltig auf. Dort kommen die großen und kleineren Tiere zur Tränke, dort harren die Raubtiere auf die harmloseren Pflanzenfresser als Beute, dort wimmelt es im Gewässer von Fischen und Amphibien aller Art, dort endlich ist auch das Insektenleben, zum Schmerze des Reisenden zumeist, am ergiebigsten. Über die Tierwelt Amazoniens weiß uns besonders BLUNTSCHLI[1] zu unterrichten, auf dessen Ausführungen sei daher in erster Linie verwiesen.

Endlich der Mensch Amazoniens steht noch völlig unter dem Banne dieser herrischen Natur. Wesentlich als bodenvage Fischer und Jäger lebten und leben die Waldindianer in abgelegenen Gebieten heute noch, und zwar in der Nähe der Flußwege, der natürlichen Verkehrs- und Lebensadern im Tropenwald. Ich denke neben manch älteren Berichten auch an die neueren Bücher von DOMVILLE-FIFE[2] und SPEISER[3], die uns eingehender, anschaulicherweise mit diesem interessanten, freilich stark im Rückgang befindlichen Indianerleben bekannt machen. Für den noch geringer Grad nachhaltiger Landeserschließung in allen Gegenden, wohin nicht massenhaftes Vorkommen des einst als Goldquelle eifrigst gesuchten Kautschukbaumes zur Ausbeute lockte, mögen gerade Beobachtungen sprechen, welche von Forschern teilweise aus nicht allzuschwer zu erreichenden Gebieten berichtet werden. So führen verschiedene Stämme, obwohl nicht mehr völlig unbekannt mit dem Europäer, doch noch ein Leben, das schon, was die Sitten und Gebräuche betrifft, noch als gänzlich unmodernisiert gelten kann. Ich brauche beispielshalber nur daran zu erinnern, was DOMVILLE-FIFE von den üblichen, großen Tanzfestlichkeiten der Ocainas erzählt, woselbst außerordentlich kunstvolle Körperbemalung bei den jungen, wohlgebildeten Mädchen des Stammes jegliche andere Bekleidung ersetzt, ohne daß dieser altererbte Brauch irgendwelche Unschicklichkeiten oder auch nur Verlegenheiten zur Folge hätte.

Etwas Manioka pflanzen die Indianer zumeist in primitivem Hackbau, von dem uns KOCH-GRÜNBERGS bekannte Werke erzählen. Diese rasch angelegten Anbauflächen werden ähnlich den oft nicht kunstlos hergestellten Behausungen leichten Herzens wieder verlassen, wenn den unsteten Indio der Wandertrieb erfaßt. Man kann leicht ermessen, daß diese Art des halb schweifenden Lebens einer stets nur äußerst dünnen, überwiegend auf Jagd und Fischfang gestützten einheimischen Bevölkerung das Antlitz der unermeßlichen, selbstherrlichen Wälder nirgends wesentlich zu verändern vermochte. Ja die tropische Vegetationsfülle ist mit spielender Leichtigkeit imstande, die Spuren jener anspruchslosen Menschenkinder in Kürze völlig zu verwischen, sobald ein Stamm seinen Wohnsitz ändert.

Doch zu dem Urbewohner kommt heute eine weiße, oft halbweiße Herrenbevölkerung hinzu. Dem ersten Vorstoß der weißen, und zwar spanischen Eroberer, der bekanntlich vom andinen Hochlande ausging, wirkte später ein langsam fließender portugiesischer Einwandererstrom, von Osten kommend, entgegen. Nach Osten hin ist das natürliche Tor des Waldlandes, die weite Mündung des Amazonassystems, geöffnet, dem von Ost kommenden stehen somit die ihresgleichen suchenden Wasserwege zur Verfügung, die sogar modernen Ozeanriesen die Fahrt stromauf bis ins Herz Südamerikas hinein ermöglichen. Der Strom selbst warf also dem Herrn des östlichen Südamerika, den heute zu Brasilianern gewordenen Portugiesen, den Großteil der weiten Tiefländer in den Schoß. Freilich, auch die Brasilianer wußten mit diesem Lande ohne Gold zunächst wenig anzufangen und so kam es, daß das Riesengebiet noch für lange Jahrhunderte ein kaum an den Hauptstromadern bekanntes Märchenland indianischer Urwaldkinder verblieb. Erst der vielgepriesene „Goldbaum" der Hevea brasiliensis, dessen wertvolles Produkt die moderne Industrie immer drängender begehrte, brachte eine Änderung in der Wertschätzung der weiten Urwaldeinsamkeiten mit sich. Das Kautschukfieber erfaßte die Menschen und von den Flüssen, als Hauptverkehrsadern, aus drang der gierige Kautschuksammler allüberall auf mit dem Hackmesser ertrotzten Pfaden, ins Innere der grünen Wildnisse vor. Ich habe anderen Ortes[1] eingehender geschildert, wie dieser Kautschukwahn sehr rasch an Zugkraft verlor, als eine Kauschukkrise 1911 die Preise erschütterte, wodurch manche Teile der Gummireviere mehr oder weniger wieder verödeten. Heute wird allerhand Plantagenbau, nicht zuletzt auf Reis, mit

[1] H. BLUNTSCHLI, Die Amazonasniederung als harmonischer Organismus. Geogr. Zeitschr. 1921, u.a.O.

[2] CH. W. DOMVILLE-FIFE, Unter Wilden am Amazonas. Leipzig 1926.

[3] F. SPEISER, Im Düster des brasilianischen Urwaldes. Stuttgart 1926.

[1] L. KOEGEL, Amazonien. Zeitschr. f. Geopolitik 1926.

steigender Intensität betrieben, freilich nur auf engumrissenen, flußnahen Bezirken. In den letzten Jahren gewann sogar das Holz steigende Bedeutung und hiermit dürften sich große Perspektiven für die Zukunft eines Landes eröffnen, das Holz in so unermeßlichen Mengen erzeugt, während die alte Kulturwelt immer eifriger nach Rohmaterial für die Zellstoff- und Papierindustrie suchen muß.

Die vorliegenden Ausführungen dürften in skizzenhafter Kürze gezeigt haben, wie sich die ganze Wesenheit eines Erdraumes nicht selten harmonisch aus ganz wenigen Grundbedingungen ableiten läßt, die in bunter Weise allerhand Folgeerscheinungen bodengebunden verknüpfen. Bei Amazonien war es die äquatoriale Lage und der großzügige Bauplan mit Andenwall im Westen und Tiefland im Osten, der dies Gebiet zu einem Stromlande und Waldlande größten Ausmaßes stempeln mußte, zu einem Lande, in dem alle Erscheinungen nur unter diesem richtunggebenden Grundbegriffe einigermaßen verstanden werden können.

Zuschriften.

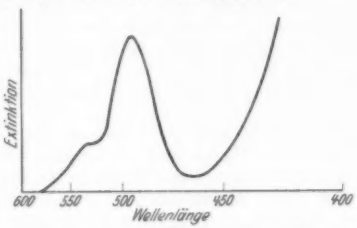
Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Zur Struktur des Hämocyanins.

Die Ansichten über die Bindung des Kupfers im Hämocyanin sind geteilt[1]. Teils faßt man nach HENZE das Hämocyanin als ein Kupferalbuminat auf, teils gibt man ihm eine dem Hämoglobin ähnliche Struktur, d. h. die eines aus prosthetischer Gruppe und Eiweißanteil zusammengesetzten Proteids. PHILIPPI glaubte Anhaltspunkte für eine Pyrrolkomponente gefunden zu haben. Doch sind beide Ansichten nicht durch experimentelle Belege gestützt.

Durch alkalischen Abbau des Hämocyanins, der zuerst von PHILIPPI versucht wurde, gelang es mir, eine kupferhaltige Verbindung zu isolieren, in der nach meiner Meinung die Kupferkomponente vorliegt, wenn auch noch nicht in reinstem Zustande, da sie bis jetzt nicht krystallisiert erhalten wurde. Daß sie allerdings in der erhaltenen Form sekundäre Umwandlungen erfahren hat, ist wahrscheinlich. Ihre Abspaltung erfolgt je nach Vorbehandlung des Hämocyanins, Koagulation usw. mehr oder weniger leicht, mit einer Ausbeute von ca. 1,5—2%. Man erhält sie am bequemsten in der Weise, daß man den bei der Hydrolyse von Hämocyanin (Octopus vulgaris) mit n-Natronlauge bei Zimmertemperatur in etwa 24 Stunden entstehenden dunkelgrünen, noch alkalisch reagierenden Niederschlag mit kaltem, besser mit siedendem Alkohol extrahiert. Die Kupferverbindung geht als Natriumsalz mit schön weinroter Farbe in Lösung. Beim vorsichtigen Neutralisieren mit verdünnter Essigsäure fällt die freie Säure als hellgrün-blau gefärbte Substanz aus, die sich in Pyridin spielend leicht mit grüner Farbe löst. Eine Umscheidung und möglichste Reindarstellung gelingt durch mehrmaliges Ausfällen aus Sodalösung. Daß aus vielen Darstellungen stets die gleiche Verbindung isoliert wurde, spricht für ihre Reinheit. Die Analysen, die nach gelungener Krystallisation vielleicht noch kleine Abänderungen erfahren können, ergeben C 44,9, H 7,1, N 12,5, Cu 6,3%. Das Kupfer ist komplex gebunden. Die Verbindung gibt in schwachen Säuren mit Ferrocyankali keine Kupferreaktion. Durch Einwirkung heißer konz. Salzsäure wird der gesamte Stickstoff in freien Aminostickstoff übergeführt. Der spektrographische Befund der alkalischen Lösung ist in der folgenden Figur wiedergegeben:



Auffallend ist die Ähnlichkeit mit dem nur mehr nach der roten Seite verschobenen Spektrum des Oxyhämocyanins[1].

Auch durch Einwirkung von Trypsin erfolgt rasch die Abspaltung des kupferhaltigen Molekülanteils aus dem Hämocyanin.

Ohne Zweifel steht damit fest, daß das Hämocyanin aus einem Eiweißanteil und einem das Kupfer bindenden Komplex zusammengesetzt ist. Die Kupferkomponente hat keine Porphyrinstruktur, steht also in keiner Verwandtschaft mit Hämatin oder Chlorophyll, vielmehr ist in ihr eher eine peptidähnliche Struktur anzunehmen.

Weitere Arbeiten über die Aufklärung der Konstitution sind im Gange.

Neapel, Chemische Abteilung der Zoologischen Station, den 2. August 1930. ADOLF SCHMITZ.

[1] Vgl. die Zusammenfassung von G. QUAGLIARIELLO, Naturwiss. **1923**, 261.

[1] A. C. REDFIELD, Biol. Bull. Mar. biol. Labor. Wood's Hole **58**, 150 (1930).

Der heutige Flugmotor.

Es gibt kaum einen Zweig der Maschinentechnik, der so interessante Rückblicke auf die bisherige Entwicklung und solche Ausblicke auf die noch zu erwartenden Fortschritte gestattet, wie gerade das Gebiet der Flugmotoren. Ist doch auch schon die Erkenntnis, daß ein Maschinenflug, d. h. das Fliegen ohne die Hilfe des Ballonauftriebes, technisch überhaupt möglich sei, kaum älter als ungefähr zwanzig Jahre. Von allem Anfang an erkannte man damals allerdings, daß die praktische Ausführbarkeit eines derartigen Fluges von dem Vorhandensein einer genügend leichten Antriebsmaschine abhinge.

Die ersten Versuche in dieser Richtung stellte der bekannte Erfinder Sir HIRAM MAXIM mit einer Dampf-

maschinenanlage an, die aber niemals zum Fliegen kam. Immerhin ist es bemerkenswert, daß diese Anlage, die schon im Jahre 1894 konstruiert und auch gebaut wurde, einschließlich des Dampfkessels und des Kondensators, bezogen auf 1 PS Leistung, weniger gewogen hat als der Benzinmotor, mit dessen Hilfe neun Jahre später den Brüdern WRIGHT der erste Maschinenflug wirklich gelang.

Zu jener, heute sozusagen schon geschichtlichen Zeit, gab es in Amerika gar keinen Motor, den die Brüder WRIGHT hätten für ihre Versuche verwenden können; sie mußten einen solchen Motor daher in ihren eigenen Werkstätten nach eigenen Entwürfen herstellen. Er hatte vier Gußstahlzylinder, die in einem gemeinsamen Gehäuse aus Aluminiumguß als Wassermantel steckten. Die Zylinderköpfe hatten gar keine Wasserkühlung, sondern Rippen für eine Luftkühlung, die Einlaßventile waren nicht gesteuert, sondern selbsttätige Saugventile. Der Motor wog etwa 95 kg und trieb mittels einer offenen und einer geschränkten Kette zwei entgegengesetzt umlaufende Propeller. Heute staunt man, daß mit so einfachen Mitteln die Eroberung der Luft gelingen konnte.

Der Erfolg der Brüder WRIGHT machte namentlich in Frankreich einen lebhaften Eindruck; hier setzte auch sofort die Tätigkeit der Flugmotorenkonstrukteure ein, und eine der glanzvollsten Leistungen aus jener Zeit war der weltberühmt gewordene Gnôme-Rotationsmotor von 50 PS mit seinem äußerst leicht gearbeiteten umlaufenden Zylinderstern, ein Motor, der, obschon bereits im Jahre 1907 zum erstenmal hergestellt, bis in die ersten Jahre des Weltkrieges mit großem Erfolg verwendet wurde. Schon die ersten von diesen Motoren wogen nicht mehr als etwa 1,3 kg für je 1 PS Leistung, und bald folgte eine verstärkte Bauart dieses Motors, der Gnôme-Monosoupape, deren Einheitsgewicht noch unter 1 kg für 1 PS lag.

Besonders hervorgehoben sei an dem Gnôme-Motor, daß seine Konstruktion grundsätzlich von allem verschieden war, was der damalige Maschinenbau kannte, und sich trotz ihres Widerspruches gegenüber allem Hergebrachtem in der Praxis bewährte. Solche Fälle kommen immer einmal in der Technik vor, wenn auch sehr selten. Immerhin mag aber hier der Erfolg dadurch erleichtert worden sein, daß die Flieger zu jener Zeit schon zufrieden sein mußten, wenn ein Flugmotor halbwegs zuverlässig im Anspringen und im Laufen während kurzer Zeiten war, da man damals noch keine Dauerflüge kannte. Die äußerst gewagte Konstruktion des Triebwerks hat auch die Lebensdauer dieser Motoren immer stark beschränkt.

Übergehen wir die Entwicklung der Flugmotoren in den ganzen folgenden und in den Nachkriegsjahren, so müssen wir sagen, daß in dieser ganzen Zeit der technische Fortschritt zwar stetig und erfreulich gewesen ist, daß aber seit den Zeiten der ersten Gnôme-Motoren kaum etwas grundlegend Neues hinzugekommen ist. In dieser Zeitspanne hat sich beispielsweise die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Flugmotoren auf das Dreifache, die Leistung eines Zylinders von gegebener Größe um etwa 40% erhöht. Der Gewinn am Einheitsgewicht war allerdings nicht so bedeutend, weil die Steigerung der Betriebssicherheit immer wieder durch Verstärken der Motorteile oder zusätzliche Hilfsvorrichtungen Gewichtserhöhungen bedingten. Infolgedessen hat sich das Einheitsgewicht in dem Zeitraum von 1919—1929 im Mittel von etwa 1,12 auf 0,82 kg für 1 PS vermindert, während in der gleichen Zeit die Leistung von 1 l des Zylinderinhalts von etwa 14 auf 21 PS gestiegen ist.

Dieser Fortschritt in bezug auf die Nutzleistung, bezogen auf 1 l des Zylinderinhalts, kann ungefähr je zur Hälfte den Verbesserungen der Arbeitsweise der Flugmotoren durch die Konstruktion der Ventilsteuerung, durch die Steigerung des Verdichtungsgrades und durch die Gestalt des Verbrennungsraumes auf der einen Seite sowie der Erhöhung der Drehzahlen auf der andern Seite zugeschrieben werden. Dieser Fortschritt war äußerst schwierig zu erzielen; denn jedes Mehr an Leistung erhöhte die Inanspruchnahme der Motorteile, sei es auf mechanische Festigkeit oder auf Wärmeaufnahme, und diesen Beanspruchungen mußte erst wieder durch kleine Verbesserungen Rechnung getragen werden, bevor man einen Schritt weiter gehen konnte. Andernfalls wäre der Fortschritt lediglich mit einem Opfer an Betriebssicherheit erkauft worden, was nicht geschehen durfte.

In dieser Weise steigerten sich namentlich die Anforderungen an die Kühlung der Zylinder und an die Schmierung der Lager, an die Warmfestigkeit und an die Hitzebeständigkeit namentlich der Ventile und Zündkerzen, kurz, jeder Schritt vorwärts ergab irgendein schwaches Glied in der Konstruktion des Motors, das zunächst den Fortschritt zum Stillstand brachte. Vielfach waren es die Ventile, die infolge unzureichender Kühlung zu heiß wurden, oder es versagte die Steuerung, weil sie bei den höheren Drehzahlen nicht mehr genau genug arbeiten wollte, dann versagten wieder die Lager der Pleuelstangen, weil ihre Belastungen durch die Verbrennungsdrücke zu hoch wurden, oder es traten bei erhöhten Verdichtungsgraden Klopferscheinungen auf, die den Betrieb störten. Erst ganz langsam gelang es so, dieser mannigfachen Schwierigkeiten Herr zu werden und den heutigen, ziemlich vollkommenen Stand der Konstruktion zu erreichen.

Nicht wenig hat zu diesem Erfolg beigetragen, daß man gelernt hat, zwischen dem sog. Klopfen, das auf der Detonation des im Zylinder verdichteten Gemisches von Luft und Benzindampf beruht, und den gewöhnlichen Frühzündungen zu unterscheiden, die durch überhitzte Stellen, glühende Ölreste usw. im Brennraum des Motorzylinders verursacht werden. Langjähriger Forschungen hat es bedurft, bevor die Erkenntnis soweit gediehen war. Die Schwierigkeit der Erkenntnis auf diesem Gebiet wurde namentlich dadurch gesteigert, daß beide Erscheinungen, das Klopfen wie die Frühzündungen, durch das gleiche Mittel gemildert werden können, nämlich durch stärkeres Kühlen der Zylinder. Dennoch haben sie verschiedene Ursachen: das Klopfen die Eigenschaften des Brennstoffes, die Frühzündungen die Konstruktion des Brennraumes im Zylinderkopf.

Sobald man dies erkannt hatte, stellte man genauere Forschungen über das Verhalten der verschiedenen Kohlenwasserstoffe des Benzins bei verschieden hohen Verdichtungsgraden im Zylinder an. Dabei hat sich gezeigt, daß namentlich die aromatischen Kohlenwasserstoffe, die vom Benzol abgeleitet sind, bedeutend weniger zum Klopfen neigen als die Paraffine oder die Naphthene. Seitdem ist man in der Lage, durch Zusatz von aromatischen Kohlenwasserstoffen fast jede Art von Benzin bis zu einem praktisch ausreichenden Grade klopfsicher zu machen.

Der Umstand, daß aromatische Kohlenwasserstoffe im allgemeinen höhere spezifische Gewichte als Paraffine oder Naphthene haben, hat zur Folge gehabt, daß man früher Benzine, die reich an aromatischen Kohlenwasserstoffen waren, wegen ihres höheren spezifischen Gewichts als minderwertig angesehen hat. Es ist noch gar nicht so lange her, daß man das Benzin aus den Ölgruben von Borneo weit fort in die Wälder leiten

und dort verbrennen mußte, weil man keine Verwendung dafür finden konnte; heute ist das Borneo-Benzin wegen seines besonders hohen Gehaltes an aromatischen Kohlenwasserstoffen und daher seiner hohen natürlichen Klopffestigkeit der wertvollste Brennstoff für Flugmotoren.

In konstruktiver Beziehung lassen sich bei den Flugmotoren heute zwei Hauptbauarten unterscheiden: für kleine und mittlere Leistungen der Motor mit sternförmig angeordneten ruhenden Zylindern und Luftkühlung, für große Leistungen der Motor mit zwei oder mehr Reihen von Zylindern und mit Wasserkühlung. Bei den Sternmotoren beschränkt man sich natürlich nicht auf die Anordnung der Zylinder in einer einzigen zur Kurbelwelle senkrechten Ebene, bei den Reihenmotoren sind zumeist zwei im Winkel zueinander gestellte Gruppen von 6 oder seltener 8 Zylindern vorhanden, die parallel zur Kurbelwelle stehen.

Damit kommen wir sofort zu der Frage, die so alt wie der Flugmotorenbau überhaupt ist, nämlich Luft- oder Wasserkühlung? Die Frage ist, wie schon die erwähnte Einteilung erkennen läßt, noch heute unentschieden. Allerdings hat die Luftkühlung gerade für den Flugmotor Vorteile: man vermeidet alle Möglichkeiten von Störungen infolge von Undichtwerden von Wasserleitungen, die erfahrungsgemäß bei Motoren mit Wasserkühlung sehr häufige Störungsursachen bilden, man vermindert die Gefahr von Schußverletzungen, die den Motor betriebsunfähig machen, man spart an Gewicht der gesamten Motoranlage, da das Wasser, die Pumpe und der Kühler entfallen, man erzielt einen frostsicheren Motor und man kann den Motor leichter und mit geringeren Kosten vollständig überholen. Auf der andern Seite gibt es aber nur eine einzige Bauart von Motoren für Luftkühlung, die sich im praktischen Flug auch für größere Leistungen bewährt hat, das ist der Sternmotor. Diese Bauart hat jedoch den Nachteil, daß sie eine verhältnismäßig große Stirnfläche und dementsprechend einen großen Luftwiderstand ergibt. In dem Maß, als man also die Leistung steigert, erhöht sich auch der Luftwiderstand des Motors, weil der Zylinderstern größer wird, und man gelangt so bald an jene Grenze, bei der der Zuwachs an Motorleistung ganz aufgezehrt wird durch die Steigerung des Luftwiderstandes, bei der es also nicht mehr wirtschaftlich ist, die Leistung des Motors zu erhöhen. Diese Grenze der Leistung liegt jedenfalls niedriger als die Höchstleistung, die man bereits mit wassergekühlten Motoren erreicht hat.

Aber auch aus anderen Gründen als der Rücksicht auf den Luftwiderstand erscheint die Luftkühlung nicht so vorteilhaft wie die Wasserkühlung, solange man, wie bei Flugmotoren, Höchstleistungen als Mittel zum Vermindern des Gewichtes anstrebt. Wie schon oben gesagt wurde, hat sich bei den bisherigen Versuchen, die Leistung einer gegebenen Motorart zu steigern, immer gezeigt, daß an irgendeiner Stelle eine zu hohe Temperatur auftritt, die aus Gründen der Betriebssicherheit nicht überschritten werden kann. Hat man diese Grenztemperatur erreicht, so gibt es bei einem Motor mit Luftkühlung keinen anderen Weg dieses Hindernis zu überwinden, als die gesamte Kühlanlage zu verstärken, was natürlich einen Teil der Motorleistung aufzehrt und eigentlich unwirtschaftlich ist, weil doch diese stärkere Kühlung nur für eine kleine Stelle im Zylinder gebraucht wird. Dagegen kann man sich bei Wasserkühlung ohne größeren Kraftverbrauch der Kühlanlage sehr einfach dadurch helfen, daß man den Strom des Kühlwassers durch Einbau eines Ablenkbleches noch stärker nach der durch Überhitzung gefährdeten Stelle hinlenkt. Die praktische Erfahrung hat schließlich auch bewiesen, daß Motoren mit Luftkühlung, eben weil sie sich leicht überhitzen, mit niedrigeren Verdichtungsgraden betrieben und reichlicher geschmiert werden müssen.

Alles in allem halten sich demnach Luftkühlung und Wasserkühlung heute noch ziemlich die Waage, auch bei solchen Flugmotoren, bei denen Luftkühlung nicht schon der Leistung wegen ausgeschlossen ist. Es gibt Gegenden und Verwendungszwecke, bei denen die Unverletzlichkeit und die Frostsicherheit der Luftkühlanlage den Ausschlag gibt, zumal man auch in bezug auf das Ableiten der Wärme von überhitzten Stellen des Zylinders dauernd Fortschritte macht. Andererseits ist man aber auch bemüht, den Motor mit Wasserkühlung durch Verwendung hochsiedender Kühlmittel, die nicht so leicht frieren, gegen die Einflüsse der Witterung widerstandsfähig zu machen.

Sieht man von der Frage der Kühlung ab, so ist die wichtigste Frage des heutigen Flugmotorenbaues die nach den Mitteln, die der Technik heute zur Verfügung stehen, um die Leistung der Flugmotoren noch weiter zu steigern. Die Beantwortung dieser Frage läßt sich am anschaulichsten gestalten, wenn man, worauf H. R. Ricardo wohl zuerst hingewiesen hat, berücksichtigt, daß die Höchstleistung, die ein gegebener Motor erreichen kann, nicht durch die Brennstoffmenge, sondern durch die Luftmenge begrenzt wird, die er verbraucht, indem er ihren Sauerstoffgehalt zum Verbrennen von Brennstoff ausnutzt.

Man kann nun die Luftmenge, die der Motor in der Zeiteinheit ansaugen kann, dadurch vergrößern, daß man dem Motor verhältnismäßig große Zylinder gibt. Allerdings muß man in diesem Fall die Saugleitung drosseln, solange der Motor auf dem Erdboden ist, weil sonst zu hohe Kräfte im Zylinder auftreten würden. Aber auch davon abgesehen, hat dieses Mittel nur beschränkte Vorteile, weil man auch das Gewicht der Kolben, Pleuelstangen und der Kurbelwelle erhöhen muß, also einen entsprechend fast ebenso schweren Motor wie vorher erhält.

Ein anderes Mittel, dem Motor in der Zeiteinheit mehr Luft zuzuführen, besteht darin, daß man die Drehzahl steigert, so daß der Motor in der Zeiteinheit mehr Saughübe macht. Allein auch dieser Weg bietet nur beschränkte Möglichkeiten. Da nämlich bei erhöhter Drehzahl auch die Massenkräfte der Kolben usw. wachsen, so muß man den Motor entsprechend verstärken, also schwerer machen, und diesen Einfluß kann man nur zu einem Teil dadurch ausgleichen, daß man mehr und kleinere Zylinder verwendet.

Als das dritte, heute als das aussichtsvollste erscheinende Mittel kommt das künstliche Aufladen der Zylinder in Betracht. Anstatt daß die Zylinder die Luft ansaugen, wodurch infolge der unvermeidlichen Strömungswiderstände die Füllung der Zylinder um so kleiner wird, je schneller der Motor läuft, führt man den Zylindern die Luft mittels eines besondern Ladegebläses unter einem gewissen Überdruck zu, so daß die Zylinder nicht nur voll gefüllt, sondern sogar überladen, d. h. mit einer größeren Luftmenge gefüllt werden, als der Vollfüllung bei gewöhnlichem Luftdruck entsprechen würde. Je niedriger der Druck der Atmosphäre in größeren Flughöhen wird, desto höher kann man dieses Aufladen treiben, so daß die Motorleistung von der Flughöhe ganz unabhängig ist.

Für die Lieferung der Ladeluft hat man bis jetzt erprobt Kreiselgebläse, die man entweder von der Motorwelle oder in der Weise antreibt, daß man sie mit einer Gasturbine kuppelt und diese mittels der Auspuffgase

des Motors betreibt. Namentlich diese letztere Lösung, die der kürzlich verstorbene Professor RATEAU, Paris, angegeben hatte, bot viel Verlockendes in der Möglichkeit, die Kraft für den Betrieb des Ladegebläses sozusagen kostenlos durch Ausnutzung der Energie der Auspuffgase zu erhalten. Allein die Praxis hat anders entschieden. Es hat sich gezeigt, daß eine solche Auspuffgasturbine verhältnismäßig zu wenig leistet, so daß man, um das Gebläse wirksam treiben zu können, den Druck der Auspuffgase künstlich steigern muß. Dadurch verliert man aber an Nutzleistung des Motors mehr, als wenn man das Gebläse von der Motorwelle treiben würde. Dazu kommen die erhöhte Brandgefahr und der höhere Luftwiderstand, die durch die im Betrieb rotglühenden Gasleitungen zur Turbine verursacht werden. H.

Besprechungen.

SUPAN †, ALEXANDER, **Grundzüge der physischen Erdkunde.** 7. gänzlich umgearbeitete Auflage unter Mitwirkung von KURT BRÜNING, WALTER GEORGII, GERHARD SCHOTT, FRITZ MACHATSCHEK, ERICH LEICK und FERDINAND PAX, herausgegeben von ERICH OBST. Band II. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1930. 18×25 cm. Teil 1. IX, 551 S., 151 Textfiguren und 2 Tafeln. Preis geh. RM 22.—, geb. RM 24.—. Teil 2. VI, 269 S., 60 Textfiguren und 1 Tafel. Preis geh. RM 12.50, geb. RM 14.—.

Der 2. Band bringt das grundlegende Werk, dessen 1. Band in dieser Zeitschrift eingehend gewürdigt worden ist [Naturwiss. **16**, 383–384 (1928)], zum Abschluß. Die bei der Besprechung des 1. Bandes gerühmten Vorzüge treffen auch auf den 2. Band zu, und man kann den Herausgeber und seine Mitarbeiter sowie den Verlag beglückwünschen, daß es ihnen gelungen ist, unter Beibehaltung der traditionellen Vollkommenheiten das Werk dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft anzupassen und mit überalterten Anschauungen zu brechen.

Der 1. Teil „Das Land" ist im wesentlichen von OBST und BRÜNING verfaßt. Diese allgemeine Geomorphologie gliedert sich in 2 Hauptteile, deren erster die formenschaffenden Kräfte und Vorgänge behandelt, welche in endogene und exogene eingeteilt werden. Die ersteren äußern sich in den Erscheinungen des Vulkanismus, in Erdbeben, Niveauveränderungen sowie Bruchbildung und Faltungen der Gesteinsschichten. Gerade in diesem Teil tritt die Unzulänglichkeit unserer Kenntnis von den Ursachen, welche den Kraftäußerungen zugrunde liegen, klar zutage, und es muß den Verfassern als ein besonderes Verdienst angerechnet werden, daß sie sich nicht über Schwierigkeiten der Erklärung in bequemer Weise hinwegsetzen, sondern in echt naturwissenschaftlichem Geiste der Schilderung aller beobachteten Erscheinungen knappe Zusammenfassungen folgern lassen, die aufgestellten Theorien erörtern und sich schließlich entweder einer derselben anschließen oder die Frage offen lassen. Beim Vulkanismus wird gezeigt, daß das magnetische Gesteinsmaterial in Tiefen wurzelt, die 150 km kaum überschreiten dürften, während die Frage nach der Kraft, welche den Aufstieg dieses Magmas bewirkt, zur Zeit noch nicht beantwortet werden kann. Die Darstellung der Erdbebenerscheinungen gipfelt in einer Betrachtung der seismischen Wellen, die den Erdkörper durcheilen und Schlüsse auf die schalenförmige Anordnung des Erdinneren zulassen. Bei der Erörterung der Ursachen von Niveauveränderungen gelangen die Verfasser zur Aufstellung von gewissen Leitsätzen, und am Schlusse der Behandlung der tektonischen Probleme präzisieren sie die Vorgänge, deren Deutung noch strittig ist.

Weniger problematisch als die endogenen sind die exogenen Kräfte. Verwitterung und Bodenbildung, Abtragung und Ablagerung, Massenabwanderung (Abstürzen, Abrutschen, Abkriechen) und Abspülung sind der Beobachtung leichter zugänglich. Von den Kapiteln über Arbeit des fließenden Wassers, des fließenden Eises, des Windes, des Meeres und der Lebewesen stammen die beiden ersten von FRITZ MACHATSCHEK. Es würde sich vielleicht empfehlen, in späteren Auflagen eine zusammenfassende Übersicht über den Energiehaushalt der Erde hier anzufügen.

Der nächste, etwa ebenso umfangreiche Hauptteil der Geomorphologie behandelt den Formenschatz der Erdoberfläche. Nach einer kurzen Einleitung werden die einzelnen Reliefftypen, Berge und Hügel, Landstufen, Gebirge, Täler, Becken und Mulden, Flachländer und Küsten mehr vom genetischen als vom deskriptiven Standpunkt aus behandelt. Es zeigt sich dabei, daß der Formenschatz der Erdoberfläche im wesentlichen durch geologische Vorgänge, wie Faltung und Bruchbildung, Hebung und Senkung und die davon beeinflußte Destruktion bestimmt wird. Aber selbst bei gleichartigem Ablauf des geologischen Geschehens ist das Ergebnis keineswegs überall dasselbe, vielmehr sind bestimmte Abwandlungen, sog. morphologische Faciesbildungen, festzustellen, die vor allem auf petrographische Unterschiede und klimatische Einflüsse zurückgeführt werden müssen. Diesem faciellen Formenschatz in seiner petrographischen und klimatischen Bedingtheit sind die beiden letzten Kapitel des 1. Teiles gewidmet.

Im 2. Teil wird die biologische Geographie von zwei geographisch geschulten Spezialwissenschaftlern behandelt. Unter dem Titel „Die Pflanzendecke" erörtert ERICH LEICK in allgemeinen Vorbemerkungen Inhalt und Bedeutung der Pflanzengeographie und gibt eine Übersicht über die Einteilung in Florenreiche, welche sich im wesentlichen der Gruppierung anschließt, die man in allen neueren pflanzengeographischen Werken findet. Die Probleme, deren Lösung die moderne Pflanzengeographie anstrebt, sind das Raumproblem, das Umwandlungsproblem, das Standortsproblem, und das soziologische Problem, mit denen sich die 4 Abschnitte der floristischen, genetischen, ökologischen und soziologischen Pflanzengeographie beschäftigen. Aus dem ersteren seien die Kartenskizzen erwähnt, welche die 3 Typen der kontinuierlichen, diskontinuierlichen und disjunkten Verbreitungsareale darstellen. In dem Abschnitt über die genetische Pflanzengeographie verdient Beachtung, daß LEICK eine Stellungnahme zu den verschiedenartigen Landbrückentheorien ablehnt, vielmehr annimmt, daß unter allen bisher aufgestellten Hypothesen die von ALFRED WEGENER vertretene Kontinent-Verschiebungstheorie den pflanzengeorgaphischen Verhältnissen am besten gerecht wird. In dem ökologischen Abschnitt werden die klimatischen, edaphischen (chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens), sowie die von der belebten Umwelt ausgehenden biotischen Standortsfaktoren gewürdigt. Die soziologische Pflanzengeographie schließlich behandelt im Gegensatz zu dem Artorganismus den

Sozialorganismus. Der soziale Verband — im allgemeinsten Sinne als Pflanzengesellschaft bezeichnet — darf keineswegs als ein ausschließliches Erzeugnis lokal wirksamer Faktoren betrachtet werden, da bei ihm Zufallseinflüsse mannigfachster Art mitsprechen können. Nach einer Betonung des Unterschiedes zwischen Formation und Assoziation folgt die Schilderung der klimatisch sowie edaphisch bedingten Unterabteilungen der 3 Hauptgruppen (Gehölz-, Grasflur- und Wüstenformation). Eine farbige Erdkarte der pflanzengeographischen Gliederung bildet eine willkommene Zugabe.

Die Tierwelt ist von FERDINAND PAX bearbeitet worden. In dem allgemeinen Teil schildert er die Bedeutung des Tierlebens für das Landschaftsbild, die geographische Verbreitung, welche durch Kartenskizzen gleicher Art- wie gleicher Gattungsdichte für Europa erläutert wird, und erörtert die verschiedenen Probleme der Diskontinuität, der Relikte, der Verdrängung, der Landbrücken u. a. Auch PAX betont den Wert der WEGENERschen Verschiebungstheorie, führt aber auch die Bedenken zoologischer Kritiker an. Der Meeresfauna ist ein besonderes Kapitel gewidmet, wobei das Benthal (als Gesamtheit der vom Substrat abhängigen Bodentiere) dem Pelagial gegenübergestellt wird, welches die im Seewasser freischwebenden oder schwimmenden Tiere umfaßt. Drei Weltkartenskizzen zeigen die faunistische Gliederung der Schelfsee, die Regionen des pelagischen Lebensbezirkes und die Verbreitung der Korallenriffe. Bei den Süßwassertieren wird die rheophile Fauna der fließenden Gewässer von der limnophilen der Seen unterschieden und die geographische Bedeutung der Reliktenfauna ozeanischer Herkunft in Süßwasserseen gewürdigt. Bei den Lufttieren, deren gewaltiger Formenreichtum sich im wesentlichen auf die Insekten und die Wirbeltiere verteilt, unterscheidet PAX 5 Faunenreiche des Festlandes, die sich in weitere Abteilungen gliedern: I. Notogaea (australisch-tasmanische, neuseeländische, papuanische, polynesische, hawaische Provinz). II. Neogaea (zentralamerikanische, Antillen-, brasilianische, chilenische Provinz). III. Arctogaea (äthiopische, orientalische, paläarktische, nearktische Region, jede in 3—4 Provinzen eingeteilt). IV. Arktis. V. Antarktis. Es folgt ein Kapitel über die Wanderungen der Tiere, insbesondere der Fische und Vögel, und zuletzt eine Darlegung des Einflusses, den der Mensch auf die Verbreitung der Tiere ausgeübt hat und noch ausübt. Es wird gezeigt, in wie hohem Maße die Menschheit sich an der Ausrottung wertvoller Tiere beteiligte, wie wir von Kulturflüchtern und Kulturfolgern sprechen können, wie Handel und Verkehr die Verbreitung der Tierwelt beeinflußt haben, und wie der Mensch erst in allerneuester Zeit den Versuch unternimmt, die von ihm selbst verursachten Störungen des biologischen Gleichgewichtes wenigstens teilweise wieder rückgängig zu machen.

Durch das ganze Werk zieht sich deutlich erkennbar das Bestreben, den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft möglichst vollständig darzustellen, und man merkt allen Abteilungen an, daß die Bearbeiter sich ein selbständiges Bild von dem behandelten Gebiet gemacht haben, nicht nur auf Grund von Bücherstudien, sondern auch als Ergebnis eigener Forschungen. In den zahlreichen Literaturangaben, in der ausführlichen, gründlichen und zuverlässigen Ausarbeitung der Register, sowie in der Ausstattung zeigt sich das Werk als ein würdiger Nachkomme seiner berühmten, von Generationen als Meisterwerke ersten Ranges geschätzten Vorgänger. O. BASCHIN, Berlin.

Spitzbergen Papers Vol. II. Scientific Results of the Second & Third Oxford University Expeditions to Spitsbergen in 1923 and 1924. Oxford University Press. London: Humphrey Milford 1929. Preis geb. 30 s. net.

Bd. 1 dieser Sammlung von Sonderabdrücken aus verschiedenen Zeitschriften bezog sich auf die „Oxford University Expedition to Spitsbergen 1921"[1]. Der vorliegende Bd. 2 enthält die Resultate der „Merton College (Oxford) Arctic Expedition 1923" und die Ergebnisse der „Oxford University Arctic Expedition 1924". Beide Expeditionen wurden von GEORGE BINNEY organisiert und geleitet. Die erstere war in Nordspitzbergen sowie an den Küsten von Nordost-Land tätig und durchquerte im Nordosten von Westspitzbergen die Halbinsel Neu-Friesland von der Hinlopenstraße nach der Billenbai. Ihre Resultate schildern R. A. FRAZER und E. RELF. Noch größere Unternehmungen konnte die letztgenannte Expedition ausführen, nämlich drei Schlittenreisen über das Inlandeis von Nordostland, sowie Flugzeugaufnahmen von dieser fast ganz unbekannten Insel. Sie wird sehr ausführlich von F. G. BINNEY geschildert und durch Beiträge über Biologie von C. S. ELTON, Geologie und Glaziologie von K. S. SANDFORD, Meteorologie von F. TYMMS, Erdmagnetismus und Funkentelegraphie von E. RELF, sowie über Aufnahmen mit dem Wasserflugzeug von F. TYMMS in vorzüglicher Weise ergänzt. Es folgt eine Abhandlung von N. E. ODELL über die Geologie des östlichen Zentralspitzbergen mit besonderer Berücksichtigung des Problems der Hecla Hook-Formation. Besonders beachtenswert ist die Arbeit von KENNETH STUART SANDFORD über die Geologie von Nordostland mit einer farbigen geologischen Karte, welche zum ersten Male den Aufbau der Insel unserer Kenntnis erschließt. Derselbe Autor würdigt auch die klimatischen Verhältnisse und ihren Einfluß auf die Oberflächenformen. Die Natur und Entstehung des Polygonbodens behandelt CHARLES S. ELTON, und über die meteorologischen Resultate gibt F. TYMMS einen kurzen Bericht. Besonders wichtig sind die Ausführungen von V. S. SUMMERHAYES und C. S. ELTON über die Ökologie Spitzbergens, während zahlreiche andere biologische Arbeiten vielfach nur systematische Listen der einzelnen Arten enthalten.

Im ganzen bietet der mit zahlreichen Tafeln und Karten reich ausgestattete Band, dem noch ein dritter folgen soll, eine überaus willkommene oder dankenswerte Bereicherung unseres Wissens über Spitzbergen.
O. BASCHIN, Berlin.

Resultater av de norske statsunderstøttede Spitsbergenekspeditioner. (Skrifter om Svalbard og Ishavet). Redaktør: ADOLF HOEL. Bind I. Oslo: i komm. hos Jacob Dybwad 1929. 702 S., 88 Textfig., 44 Tafeln und 4 Karten.

Im Jahre 1906 eröffnete die Expedition des Fürsten ALBERT VON MONACO mit dessen Jacht „Princesse Alice" und dem Fischdampfer „Kvedfjord" eine neue Ära in der Erforschung Spitzbergens, welche ihr Gepräge durch die Namen von Persönlichkeiten wie G. ISACHSEN, A. HOEL, A. STAXRUD u. a. erhielt, unter denen A. HOEL sämtliche 20 Expeditionen, meist als Leiter, mitmachte und sich eine führende Stellung als Spitzbergenforscher eroberte. Seiner Tatkraft ist es in erster Linie zu verdanken, daß die Norwegische Akademie der Wissenschaften in Oslo diesen stattlichen Band veröffentlichen konnte, der

[1] Die Naturwissenschaften 1926, 14. Jahrg., H. 31, S. 747.

einen Überblick über die geleistete Arbeit gibt und geographische, geologische wie biologische Probleme in 11 einzelnen Monographien behandelt, deren Titel hier folgen: ADOLF HOEL: The Norwegian Svalbard Expeditions 1906–1926. J. P. J. RAVN: On the Mollusca of the Tertiary of Spitsbergen. W. WERENSKIOLD & IVAR OFTEDAL: A burning Coal Seam at Mt. Pyramide, Spitsbergen. ALF WOLLEBAEK: The Spitsbergen Reindeer. BERNT LYNGE: Lichens from Spitsbergen. ADOLF HOEL: The Coal Deposits and Coal Mining of Svalbard (Spitsbergen and Bear Island). KNUT DAHL: Contributions to the Biology of the Spitsbergen Char. OLAF HOLTEDAHL: Notes on the Geology of Northwestern Spitsbergen. BERNT LYNGE: Lichens from Bear Island (Bjørnøya). THOR IVERSEN: Hopen (Hope Island), Svalbard. WERNER QUENSTEDT: Mollusken aus den Redbay- und Greyhookschichten Spitzbergens.

Es ist nicht möglich, im Rahmen einer kurzen Besprechung die einzelnen Arbeiten gebührend zu würdigen. Mit Staunen und Bewunderung erfährt der Außenstehende wie gewaltig die Summen der extensiven und der intensiven Arbeit war, welche das kleine Norwegen diesem, seinem jetzigen Besitztum seit dem letzten Vierteljahrhundert hat angedeihen lassen. 18083 qkm sind in den Jahren 1906–1925 vermessen und 16197 qkm von 1909–1925 kartiert worden. Über die Fortschritte dieser Aufnahmen orientieren kleine Kartenskizzen, Protokolle der einzelnen Expeditionen, sowie ein Literaturverzeichnis.

Von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ist die Arbeit von HOEL, welche eine zusammenfassende Darstellung über das Vorkommen und den Abbau der Kohle auf Spitzbergen und Bären-Insel bringt. Auf Karten wird die Verbreitung der einzelnen Vorkommen von Kohle angegeben und deren Vorrat in dem zentralen Kohlenbecken zwischen Eisfjord und Van Mijen-Bai sowie an den inneren Teilen des Eisfjordes auf 5000 Millionen Tonnen tertiärer Kohle, 1500 Millionen Tonnen kretazeischer und 1500 Millionen Tonnen Kohle karbonischen Alters geschätzt. Der Export betrug 1924 450000 t und im Winter 1924–1925 waren 1500 Menschen bei den verschiedenen norwegischen, schwedischen, englischen und holländischen Gesellschaften tätig, deren gesamtes, im Kohlenbergbau investiertes Kapital 4270000 Pfund Sterling beträgt. Eine Bibliographie von 61 Nummern beschließt diese wertvolle Abhandlung.

Ebenso gründlich ist die Abhandlung von IVERSEN über Hopen, jene kleine, südöstlich von Spitzbergen einsam im Meere gelegene Insel, deren Lage im Gradnetz lange strittig war. Auf einer Karte sind die 8 verschiedenen Positionen zusammengestellt, welche man der Insel auf den Seekarten gegeben hat. Die älteste Karte von W. JANSZ. BLAEU im Jahre 1623 gibt sie zwar an der richtigen Stelle an, zeichnet sie aber etwa 20mal so groß, als sie wirklich ist. Auf späteren Karten finden wir die Position bis zu mehr als 100 km verschoben. Die seit 1924 aufgenommene Erforschung hat gezeigt, daß es sich um eine ungemein schmalem, bei 37 km Länge meist nur 1 km breite Insel handelt, die sich an der Südspitze bis zu der Maximalhöhe von 365 m erhebt. Eine Isohypsenkarte im Maßstabe 1:200000 läßt erkennen, daß 8 verschiedene, über 200 m hohe Erhebungen durch 7 Depressionen getrennt werden. In die ausführliche Beschreibung haben sich mehrere Verfasser geteilt. W. WERENSKIOLD schildert die physische Geographie und Geologie. Die Gesteinsschichten gehören dem Neokom an und sind demnach kretazeischen Alters. Sie gleichen der entsprechenden Formation auf der Hauptinsel Spitzbergens. Die Blütenpflanzen hat JOHANNES LID, die Moose E. JÖRGENSEN, die Flechten BERNT LYNGE, die fossilen Pflanzen OVE ARBO HÖEG bearbeitet. Die Zusammenstellung und Berechnung der Ortsbestimmungen stammt von B. CASPERSEN und W. WERENSKIOLD. Ein Literaturverzeichnis, Listen der 1923 und 1924 im Umkreis der Insel ausgeführten Lotungen, sowie eine Reihe photographischer Abbildungen sind willkommene Beigaben.

O. BASCHIN, Berlin.

HAMBERG, AXEL, **Die Temperaturverhältnisse der Bodenschichten der Gletscher und Inlandeise.** (Extrait des Comptes-rendus XIVe Congrès Géologique International, 1926.) Madrid 1929. 9 S.

Der Schmelzpunkt des Eises sinkt bei einer Erhöhung des Druckes pro Atmosphäre um 0,008°, so daß einer Eisdicke von 1000 m eine Schmelzpunktserniedrigung um etwa 0,7° entspricht. K. E. SAHLSTRÖM hat aus Profilen der glazialen Skulptur im Schärengürtel von Stockholm geschlossen, daß zur Eiszeit das Inlandeis hauptsächlich auf den Luvseiten der Bewegungsrichtung geruht und die Leeseiten gar nicht oder nur ganz leise berührt hat. Da der Eisdruck sich also auf die Luvseiten konzentrierte, so muß an ihnen eine erhöhte Schmelzpunktserniedrigung von 1,4°, an den Leeseiten dagegen so gut wie gar keine stattgefunden haben. Beim Vorwärtsrücken des Eises hat also dessen Temperatur an der Unterseite periodisch gewechselt. Außer diesem statischen Druck traten auch dynamische Drucke auf, deren Beträge sich jedoch nicht angeben lassen. Jedenfalls werden durch die Druckschwankungen Gefrierprozesse in den Felsspalten gefördert, welche Sprengwirkungen ausüben können.

O. BASCHIN, Berlin.

VOITOUX, G., **La Navigation aérienne transatlantique.** Paris: Société d'Editions géographiques, Maritimes et Coloniales 1930. 144 S., viele Abb. im Text und eine große Karte. 16×25 cm. Preis 28 fr.

Der Verf. wendet sich, wie er gelegentlich bemerkt, an das breitere Publikum; dem mit der Materie Vertrauten bringt das, übrigens sehr fleißig zusammengestellte Werkchen nur wenig Neues. Es wird zuerst etwas weit bis auf meterologische Grundbegriffe zurückgegangen, die Entstehungsursachen der Luftströmungen behandelt, der Einfluß von Windrichtung und -stärke auf die Fortbewegung von Luftfahrzeugen, unter Berücksichtigung ihrer Eigengeschwindigkeit und ihres Aktionsradius eingehend untersucht — der beste Teil des Buches — und dann auf die besonderen Verhältnisse des Nordatlantischen Ozeans eingegangen. In breiter, leider sich oft wiederholender Darstellung wird die große Abhängigkeit des Atlantikfluges vom Wind und Wetter für Ostwärts- und Westwärtsflug dargetan und besonders immer wieder das, bei dem jetzigen Stande von Geschwindigkeit und maximaler möglicher Flugzeit, äußerst prekäre des letzteren unterstrichen. Aus solchen Gründen werden alle nördlichen Routen: via Island–Grönland, entlang dem Großkreise, längs der konventionellen Dampferroute oder der Loxodrome verworfen und als noch *halbwegs* brauchbar die südlich verlaufende Flugstraße Azoren–Bermudas oder noch südlicher empfohlen. Wie man sieht, gelangt Verf. zu demselben Schlusse wie so ziemlich alle, die sich schon vor ihm mit dem Problem beschäftigt haben. Weshalb er zur Begründung, statt der wohlbekannten vieljährigen Mittelwerke und Häufigkeitszahlen, die bequem den zahlreichen Veröffentlichungen der maritimen Institute Amerikas, Deutschlands, Englands und Frankreichs, den Segelhandbüchern und

Monatskarten zu entnehmen sind, in etwas primitiver Weise die Häufigkeit von Windrichtungen und -stärken sowie das Auftreten von allerhand störendem Schlechtwetter, in Pauschalwerten für den ganzen Nordatlantik (innerhalb der in Frage kommenden Grenzen) aus langen Tabellen ableitet, die er für das *eine Jahr* 1. Mai 1927 bis 30. April 1928 für jeden einzelnen Tag gibt, ist nicht recht einleuchtend. Um so weniger, da er Seemann ist, ausdrücklich betont, daß er vom Standpunkte seemännischer Erfahrung aus spricht, und ihm das gesamte, viel breitere und eine zuverlässigere Unterlage bildende Material bekannt und zugänglich sein müßte. A. Berson, Berlin-Lichterfelde.

Verhandlungen und wissenschaftliche Abhandlungen des 23. Deutschen Geographentages zu Magdeburg. 21. bis 23. Mai 1929, herausgegeben von E. Wüst. Breslau: Ferdinand Hirt 1930. 299 S., 23 Abb. und 12 Taf. 17×24 cm. Preis geh. RM. 15.—.

Die Verhandlungen des Deutschen Geographentages 1929 in Magdeburg (vgl. den Bericht von O. Berninger, dies. Z. **1929**, S. 622 f.) liegen nunmehr im Druck vor. Der erste Teil (S. 1—68) enthält die Angaben über den äußeren Verlauf der Tagung (Mitgliederverzeichnis, Begrüßungsreden, Geschäftssitzungen, geographische Ausstellung, Exkursionen).

Einen besonders großen Raum nimmt der Abschnitt „Forschungsreisen und Länderkunde" ein (S. 71—165), in dem über die in den letzten Jahren von Geographen gemachten wissenschaftlichen Reisen berichtet wird oder auch Pläne für besonders wichtige in Aussicht genommene Expeditionen vorgelegt werden. Es berichten Trinkler über seine Expedition nach Zentralasien, Wegener über die geplante Nordpolarexpedition mit dem Zeppelin-Luftschiff, Finsterwalder über die photogrammetrischen Ergebnisse der deutsch-russischen Alai-Expedition, Schultz über Studien in der Sandwüste Kara-kum (gekürzt), Termer über Forschungsreisen in Mittelamerika, Knothe über Studien auf Spitzbergen, Lautensach über die Sierra da Estrela (Portugal), Stickel über die Ergebnisse seiner Bereisung Nordwestspaniens und Burchard über die Rhodopen. Daß dieser Abschnitt so besonders umfangreich ist, ist ein erfreuliches Zeichen dafür, daß seit einigen Jahren die Abschließung der deutschen Geographen von der übrigen Welt aufgehört hat und daß nunmehr mit ganz besonderer Energie die Kenntnis fremder Länder in Deutschland gepflegt wird, was bei der augenblicklichen Lage Deutschlands besonders begrüßenswert ist. Auf die einzelnen Vorträge einzugehen, müssen wir uns natürlich versagen, zumal es sich zum erheblichen Teile um gewissermaßen vorläufige Mitteilungen handelt, denen ausführliche Arbeiten folgen werden oder bereits gefolgt sind.

Das Hauptthema der Tagung war das Problem der Klimaschwankungen, der Urlandschaft und der damit zusammenhängenden siedlungsgeographischen Fragen (S. 166—239). Hier kam es in den Hauptvorträgen (Gradmann, Über die geographische Bedeutung der postglazialen Klimaschwankungen und Schlüter, Über die Siedlungsräume des deutschen Altertums und ihre Bedeutung für die Landeskunde) weniger darauf an, unbedingt Neues zu sagen, als ein Bild zu geben von dem augenblicklichen Stande der Kenntnis und besonders darzulegen, wie weit die von den beiden Vortragenden seit Jahren entwickelten Anschauungen durch von anderer Seite kommende, fortschreitende Forschungen modifiziert werden müssen. Leider hat Schlüter seinen Vortrag nur auszugsweise zum Abdruck gebracht; der Vortrag von Gradmann wird für lange Zeit grundlegend bleiben, wie es bisher seine in den Kernpunkten immer noch nicht überholten Aufsätze in der Geogr. Z. **1901** und **1906** sind. Auch die sehr anregenden Ausführungen Walters über Bodennutzung und Siedlungsraum verdienen Beachtung, wennzwar erwähnt werden muß, daß manche Schlüsse, die Walter aus den von ihm spezieller untersuchten Gebieten entwickelt und denen er allgemeine Bedeutung zuschreibt, teils der Siedlungsgeographie bereits bekannt sind, teils schon früher überzeugend als irrtümlich nachgewiesen worden sind. So kann die Heranziehung der heutigen Bodennutzung für das Erkennen alter Siedlungsflächen zwar mancherorts zu richtigen Ergebnissen führen, sie kann aber auch auf ausgesprochene Irrwege führen. Die Beziehungen zwischen Boden und altem Siedlungsraum dürfen, wie von den verschiedensten Seiten und für die verschiedensten Gebiete dargelegt worden ist, nicht in so starkem Maße auf die Formel „Bodengüte" gebracht werden, wenn man an diese Bodengüte den heutigen Maßstab legt. — Die Vorträge von Dörries über das Problem der Urlandschaft im atlantischen Nordwesteuropa (gekürzt) und von Martiny über die moderne Siedlungsart Deutschlands (der Vortrag konnte auf der Tagung selbst infolge Krankheit des Redners nicht gehalten werden) behandeln mehr Spezialthemen und stellen eine wichtige Ergänzung der drei vorhergehenden Ausführungen dar. Ein Bericht Peszlers über den jetzigen Stand des deutschen Volkskundeatlasses beschließt diesen Teil der Verhandlungen.

In dem vierten Hauptabschnitt (Schulgeographie, S. 240—277) wird von Hinrichs die interessante Frage des Verhältnisses der Geographie als Wissenschaft zur Geographie als Unterrichtsfach an höheren Schulen angeschnitten, während Graf über Natur und Kultur im geographischen Unterricht handelt und Barmm dem Thema nach über die Darstellung wirtschaftlicher Verhältnisse auf Atlas- und Wandkarten, in Wirklichkeit über einige von ihm entworfene und veröffentlichte Karten Ausführungen macht. Den Schluß (S. 278 bis 299) nehmen zwei auf den Tagungsort zugeschnittene Vorträge ein: Thormann, Über Magdeburgs Entwicklung und Zander, Über den Mittellandkanal. Im ganzen geben die „Verhandlungen" ein gutes Bild von der erfolgreichen Arbeit, die auf dem unter Führung von W. Meinardus vorbereiteten und von ihm auch geleiteten Magdeburger Geographentag geleistet worden ist. Hans Mortensen, Göttingen.

KOVARIK, A. F., und L. W. MC KECHAN, Bulletin of the National Research Council, Nr. 51, March 1929, Radioactivity.

Ungeänderter Abdruck des in den Naturwiss. **13**, 797 (1925) bereits ausführlich besprochenen Buches, dem 4 neue Seiten vorgeheftet sind. Auf diesen werden einige neue Ergebnisse kurz dargestellt und etliche neu erschienene Bücher und Arbeiten angegeben. Die Tabellen des Buches sind entsprechend neueren Ergebnissen ergänzt.

Otto Erbacher, Berlin-Dahlem.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.